



## 저작자표시 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#) 

# 서울시 대기오염과 천식증상 비교 연구

- 2012 - 2013년 지역사회건강조사 자료를 중심으로 -

Comparison Study of Air Pollutants and Asthma Symptom in Seoul

- Base on Community Health Survey 2012-2013 -



연세대학교 보건대학원

환경보건전공

이 상 규

# 서울시 대기오염과 천식증상 비교 연구

- 2012 - 2013년 지역사회건강조사 자료를 중심으로 -

지도 신 동 천 교수

이 논문을 보건학 석사학위 논문으로 제출함

2015년 6월 일

연세대학교 보건대학원

환경보건전공

이 상 규

이상규의 보건학 석사학위 논문을 인준함.

심사위원 신 동 천 ①

심사위원 임 영 욱 ①

심사위원 이 용 진 ①



연세대학교 보건대학원

2015년 6월 일

## 감사의 말씀

배움에 대한 설렘과 기대로 시작한 연세대학교 보건대학원 석사과정 생활이 어느덧 졸업을 앞두고 있습니다. 부족하게나마 논문을 완성하고 나서야 학문의 어려움과 부족함을 알게 되었고 앞으로 배워가야 할 것들이 더 많다는 것을 알게 되었습니다. 본 논문을 완성하기 까지 도움을 주신 훌륭한 교수님들, 선배님들, 동기들, 만나 타지에서 대학원 생활이 힘들지 않았고 값진 시간을 함께 보낼 수 있었습니다.

학문의 정도를 곁을 수 있도록 초석을 다져주시고, 항상 인자하신 모습으로 격려를 아끼지 않으셨던 신동천 교수님께 감사드립니다. 그리고 진정한 학자의 모습을 보여주시고, 많이 부족했던 저의 지식으로 인한 잘못을 가까이서 지도하시며 연구적 기틀을 잡아주시고 따끔한 조언을 아끼지 않으셨던 임영옥 교수님과 따뜻한 어머니 품처럼 챙겨주시고, 용기를 북돋아 주신 양지연 교수님, 연구자의 덕목인 섬세함과 동시에 따뜻한 인간미를 보여주신 김창수 교수님, 그리고 한결 같은 믿음으로 부족한 저를 격려해주시고 좋은 논문이 될 수 있도록 부족한 부분을 꼼꼼히 지도해주신 이용진 박사님께 감사드립니다.

입학과 동시에 무한한 애정을 쏟아주셨던 배문주 박사님, 배움의 여정이 지치지 않도록 조언해주신 김치년 교수님 감사합니다. 그리고 전국 곳곳의 함께 산전수고를 겪으면서 본인도 힘들텐데, 항상 든든한 연구소 맏형이 되어준 홍승한 선배와 슬플 때나 기쁠 때면 벗이 되어주고, 가르침이 필요할 때는 선생님이 되어주는 이건우 선배, 여리여리한 몸이지만 내공으로 짝찬 김수환 선배 감사합니다. 그리고 졸업하신 이후에도 꾸준히 신경써주시는 이청수 박사님, 짧은 시간이었지만 소중한 추억을 준 주희 선배, ESC 팁을 생활화하게 해준 윤경 선배, 비록 끝까지 함께하진 못했지만, 앞으로 계속 함께할 원이형, 언제나 만나면 공감 다큐 찍는 한슬이, 배울 점이 많은 원종구 사무관님, 황수희 사무관님, 고카페인인 되어주는 예림이, 함께한 시간들이 짧게만 느껴지는 혜림이, 싹싹한 시은, 추운겨울 고생한 영은, 매일 밤새서 걱정되는 효정, 어린이집 선생님 경은, 연구소의 듬직한 새싹 현정, 기해, 보미, 홍일점 세형, 같은 연구소는 아니었으나, 항상 내 일처럼 고민해주고, 축하해주셨던 재준씨와 정우

진 선생님, 닭은꼴 훈남 지훈씨, 군사운드 솔휘씨, 듬직한 성훈씨, 부산사나이 해안씨, 소중한 인연을 맺어주신 소정 선생님과 경민 선생님 고맙습니다. 그리고 늦게나마 좋은 인연이 된 최영씨, 선비씨, 부지런한 옥씨와 수빈씨, 태웅씨, 충건씨, 임상시험의 추억 명수씨, 건기원 동기 성민이, 믿음직한 분석실을 만들어주시는 지혜 선생님, 아름돌이 선생님, 묵묵히 야근을 감내하면서까지 연구에 뒷바라지 해주시는 강지연 선생님, 김소영 선생님께 감사드립니다.

“할 수 있다”는 자신감을 심어주시는 양원호 교수님, 아버지 같은 마음으로 가르침을 주시는 허용 교수님, 졸업이후에도 바른 길로 인도해주시는 최상준 교수님, 우리들 마음 속의 영웅 손영웅 교수님 시간이 가면 갈수록 그때의 기억들이 힘들 때마다 일어설 수 있는 원동력으로 남습니다. 감사합니다.

그리고, 영원한 선배 수현선배, 아껴주시는 연미선배, 소남선배, 승민선배, 인효선배, 언제나 유쾌한 친구들. 은미, 제언, 본좌 허성문, 석용 고맙습니다. 그리고 북중의 건아! 평생친구 김연채, 윤재철, 듬직한 가장이 된 동목이, 류도 김경덕, 어느덧 출판업계 대부가 된 해원. 친구들아 자주연락 못해서 미안하고 항상 고맙다!

이 논문을 받고 가장 기뻐하셨을 하늘에 계신 저의 할아버지, 할머니께 감사드립니다. 또 오늘이 있게 끝없는 사랑으로 보살펴주시고 항상 올바른 길로 걸어갈 수 있도록 인도하시는 부모님, 바르게 살기 위하여 노력하고 감사한 분들에게 보답하는 마음을 잊지 않으려 노력하는 것은 지금까지 올바르게 키워주시려고 끊임없이 노력하신 부모님 덕분이며 감사드립니다. 양보와 배려로 푹푹 뭉친 우리누나, 의리파 우리동생, 우리가족 모두 영원히 사랑합니다.

마지막으로 항상 한결 같은 마음으로 나를 아껴주고, 옆에서 응원해주며, 서로 힘든 시기를 잘 이겨낸 너무 소중한 내 친구, 힘들고 바쁜 대학원생활 속에서도 따뜻한 감정을 안겨주어서 고맙고, 사랑합니다.

2015 년 6 월  
이 상 규 사 람

# 차 례

## 국문요약

I. 서론 .....	1
II. 연구방법 .....	5
1. 연구내용 .....	5
2. 연구방법 .....	6
2.1 연구 대상 선정 .....	6
2.2 행정구역별 고노출지역 구분 .....	7
2.3 서울시 행정구역별 대기환경농도 조사 .....	9
2.4 서울시 행정구역별 천식증상 조사 .....	11
2.4.1 지역사회건강조사 .....	11
2.4.2 지역사회건강조사 방법 .....	11
2.5 노출지역에 따른 천식증상 분석 방법 .....	12
2.6 통계분석 .....	13
III. 결과 .....	14
3.1 서울시 교통량 고노출지역 구분 결과 .....	14
3.2 고노출지역과 저노출지역의 대기오염물질 농도 비교 .....	15
3.2.1 계절별 고노출지역과 저노출지역의 대기오염물질 비교 .....	16
3.2.2 시간별 고노출지역과 저노출지역의 대기오염물질 비교 .....	17
3.3 행정구역별 대기환경농도와 도로교통량의 상관분석 결과 .....	26

3.4 고노출지역과 저노출지역의 거주자 천식증상 분석 .....	29
3.4.1 조사 대상자의 일반적 특성 .....	29
3.4.1.1 운동성 천식 증상자의 일반적 특성 .....	29
3.4.1.2 최근 1년간 천식 증상자의 일반적 특성 .....	32
3.4.1.3 의사 천식 진단자의 일반적 특성 .....	35
3.4.2 노출지역에 따른 운동성 천식 증상의 보정교차비 .....	38
3.4.3 노출지역에 따른 최근 1년 중 천식 증상의 보정교차비 .....	40
3.4.4 노출지역에 따른 의사 천식 진단의 보정교차비 .....	42
<b>IV. 고 찰 .....</b>	<b>44</b>
<b>V. 결 론 .....</b>	<b>47</b>
<b>참고문헌 .....</b>	<b>50</b>
<b>영문초록 .....</b>	<b>57</b>

## 표 차 례

Table 1. Number of traffic volume by origin destination data .....	8
Table 2. Missing data of Urban monitoring site .....	15
Table 3. PM10, NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> Concentration distribution by season .....	16
Table 4. PM10 concentration of atmospheric monitoring network, by administrative districts .....	18
Table 5. PM10 concentration distribution of atmospheric monitoring network ·	19
Table 6. NO <sub>2</sub> concentration of atmospheric monitoring network, by administrative districts .....	21
Table 7. NO <sub>2</sub> concentration distribution of atmospheric monitoring network ···	22
Table 8. SO <sub>2</sub> concentration of atmospheric monitoring network, by administrative districts .....	24
Table 9. SO <sub>2</sub> concentration distribution of atmospheric monitoring network .....	25
Table 10. Pearson correlation to PM10, NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> on Traffic volume at AM .....	26
Table 11. Pearson correlation to PM10, NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> on Traffic volume at PM .....	27
Table 12. Pearson correlation to PM10, NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> on Traffic volume (day) ····	28
Table 13. Baseline characteristics of study population (exercise induced asthma) .....	31
Table 14. Baseline characteristics of study population (Asthma symptom in lately 1 year) .....	34

Table 15. Baseline characteristics of study population (Asthma doctors diagnosis) .....	37
Table 16. Estimates of the regression coefficients of predicting asthma using a mixed model (exercise induced asthma) .....	38
Table 17. Estimates of the regression coefficients of predicting asthma using a mixed model (Asthma symptom in lately 1 year) .....	40
Table 18. Estimates of the regression coefficients of predicting asthma using a mixed model (Asthma doctors diagnosis) .....	42



## 그림 차례

Figure 1. Research scheme of this study .....	5
Figure 2. Selection of study data .....	6
Figure 3. Traffic estimation process by district .....	8
Figure 4. Estimation process of Environmental concentration .....	10
Figure 5. Classification of high-exposure areas and low exposure areas by administrative districts in Seoul(2012-2013) .....	14
Figure 6. Hourly PM10 concentration of atmospheric monitoring network	19
Figure 7. Hourly NO <sub>2</sub> concentration of atmospheric monitoring network ...	22
Figure 8. Hourly SO <sub>2</sub> concentration of atmospheric monitoring network ...	25
Figure 9. Multi-variate logistic regression analysis of measured air pollutant concentration and traffic volume (exercise induced asthma) .....	39
Figure 10. Multi-variate logistic regression analysis of measured air pollutant concentration and traffic volume (Asthma symptom in lately 1 year) .....	41
Figure 11. Multi variate logistic regression analysis of measured air pollutant concentration and traffic volume (Asthma doctors diagnosis) .....	43

## 국문요약

서울시는 인구밀집도가 매우 높으며, 이에 따른 교통밀집도도 높아 자동차에 의한 대기오염이 심각한 수준이다. 특히, 서울시 자동차 등록대수는 매년 높은 폭으로 증가하고 있어, 교통량과 대기질, 그리고 거주자의 호흡기건강에 관한 연구가 필요하다. 하지만 최근의 연구들은 단기간, 국소적인 지역을 대상으로 수행되고 있어, 서울시 전체의 포괄적인 연구자료가 필요한 실정이다.

본 연구에서는 국가 대기측정망자료(2012-2013년)를 통하여 행정구역별 미세먼지, 이산화질소, 이산화황의 대기오염농도를 시간별 자료로 구축하였으며, 교통정책의 효과를 계량 및 평가하기 위해 한국교통연구원에서 구축하는 기종점 도로교통량 자료(2012-2013년)를 통하여 서울시 행정구역을 교통량 고노출지역과 저노출지역을 구분하였으며, 질병관리본부의 지역사회건강조사(2012-2013년) 원시자료를 통하여 고노출지역과 저노출지역에 따른 천식증상의 관계 분석에 이용하였다. 수집한 자료를 바탕으로 교통량에 따른 대기오염물질 농도간의 상관관계를 분석하였으며, 교통 환경·요인이 거주자의 천식증상에 미치는 영향을 로지스틱 회귀분석을 통하여 다음과 같은 주요 결과를 도출하였다.

첫째, 저노출지역에 비해 고노출지역은 계절별, 시간별로 이산화질소( $\text{NO}_2$ ), 이산화황( $\text{SO}_2$ ) 농도가 통계적으로 유의하게( $p < 0.01$ ) 높은 것으로 나타났다.

둘째, 행정구역별 도로교통량과 대기오염물질 농도의 상관관계를 관찰한 결과, 출근 시간인 오전침두시간(07:00-09:00)에는 통계적으로 유의한 상관관계를 관찰 할 수 없었으며, 퇴근 시간인 오후침두시간(18:00-20:00)에는 이산화질소의 경우 승용차 교통량과 통계적으로 유의한( $p < 0.05$ ) 양의 상관관계를 관찰 할 수 있었다. 또한, 일평균 대기측정망 환경농도와 일평균 도로교통량과의 상관관계 분석 결과, 이산화질소는 승용차 교통량과 총 교통량과 통계적으로 유의한( $P < 0.01$ ) 양의 상관관계를 관찰 할 수 있었으며, 화물차 교통량과도 통계적으로 유의한( $p < 0.05$ ) 양의 상관관계로 나타났다. 이산화황은 화물차 교통량

과 통계적으로 유의한( $p < 0.01$ ) 양의 상관관계로 나타났다.

셋째, 로지스틱 회귀분석을 통해 고노출지역과 저노출지역의 운동성 천식 진단에 대한 보정교차비를 분석한 결과, 보정 전 로지스틱 모형과, 성별과 연령을 보정한 모형(Model 1)과, 성별과 연령과 건강행태 특성과 인구사회학적 특성을 보정한 모형(Model 2)에서 모두 보정교차비가 1을 초과하였지만, 통계적으로 유의하지 않았다. 한편, 최근 1년 중 천식 증상에 대한 보정교차비를 분석한 결과, 저노출지역에 비해 고노출지역에서 최근 1년 중 천식 증상의 보정교차비가 1.316(95% CI: 1.042 - 1.662)로 나타났으며, 통계적으로 유의하였다( $p < 0.05$ ). 의사천식진단의 경우, 저노출지역에 비해 고노출지역에서 의사 천식 진단의 보정교차비(Model 2)가 1.624 (95% CI: 1.269 - 2.077)로 나타났으며, 통계적으로 유의하였다( $p < 0.001$ ). 또한 총 도로교통량의 경우 일평균 10,000대가 증가할 경우, 통계적으로 유의하게( $p < 0.05$ ) 의사 천식 진단의 보정교차비가 3.7% 증가하는 것으로 나타났으며, 이산화질소가 1ppb 증가할 경우 통계적으로 유의하게( $p < 0.05$ ) 의사 천식 진단의 보정교차비가 3.8% 증가하는 것으로 나타났다.

이상의 연구결과를 종합하여 볼 때, 교통량 저노출지역에 비해 고노출지역은 해당지역 거주자의 최근 1년간 천식증상과 의사 천식 진단율을 증가시키는 것으로 나타났으며, 교통관련 대기오염물질인 이산화질소 농도의 증가는 의사 천식 진단율을 증가 시키는 것을 확인할 수 있었다. 또한 교통관련 대기오염물질인 이산화질소의 일평균 농도와 양의 상관관계가 있는 총 교통량 역시 의사 천식 진단율을 증가시키는 것을 확인할 수 있었다. 향후 지속적인 연구를 통하여 보완하여 통계적으로 검정력 있는 자료를 구축한다면, 서울시의 교통·환경정책을 수립하는 객관성 있는 근거자료로써 활용될 수 있을 것으로 기대해본다.

---

핵심되는 말 : 미세먼지, 이산화질소, 이산화황, 도로교통량, 천식

## I. 서론

서울은 높은 인구밀도와 도로교통량으로 인해 대기오염의 문제점은 경제협력개발기구(OECD)국가 중 최하위 수준으로 평가될 정도로 심각한 실정이다. 특히 우리나라는 경제성장과 더불어 2005년에 약 1,000만 대였던 자동차 등록 대수는 2014년에 2,000만 대를 초과할 만큼 빠르게 증가하고 있고, 이에 따라 도로교통량으로 인한 대기오염 문제는 매우 중요한 문제로 대두되고 있다(국토교통부, 2014).

2012년 WHO에서 발간된 보고서에 따르면, 대기오염으로 인한 사망은 전 세계적으로 약 300만 명에 이른다고 추정되었으며, 사망자 수의 불확실성을 고려할 때 실제 사망자는 약 600만 명 정도로 잠재적 가능성이 있다(신동천, 2007). 이 중 우리나라가 포함된 서태평양 지역에서의 대기오염으로 인한 사망은 167만 명으로 보고되어, 대기오염에 대한 연구와 관리가 요구되어지고 있다.

도로이동오염원으로부터 배출되는 주요 대기오염물질은 일산화탄소, 탄화수소, 질소산화물, 매연, 입자상물질, 이산화황 등이 있으며(이승복 등 2007; 배귀남 등 2009) 국립환경과학원의 대기오염물질 배출량 2012년 통계자료를 통해 분석한 결과, 전국 배출량에서 도로이동오염원이 차지하는 비율은 미세먼지의 경우 10.8%, 질소산화물의 경우 32.1%에 이르는 것으로 나타났다(국립환경과학원, 2012).

도로이동오염원에 의해 배출된 미세먼지(PM10)는 대기 중 고체상태의 입자 및 액적상태의 입자의 혼합물로 공기역학적 직경이 10 $\mu$ m 이하인 입자를 의미한다. 입자의 크기가 작은 미세먼지는 기관지나 폐포 깊숙이 침투할 수 있고, 상대적으로 표면적이 증가하여 유해대기오염물질의 흡착이 용이해지므로 큰 입자상 물질보다 유해성이 높다고 할 수 있다. 특히 디젤 엔진에서 발생되고 있는 입자상 물질들은 자연발생적인 입자상 물질에 비해서 크기가 작으며, 특

히 0.2 um 정도 크기의 입자상 물질이 전체 발생량의 75~95%를 차지하고 있어 질량대비 유해성이 높다고 할 수 있다. 이러한 특징에 따라 WHO 산하의 국제암연구소(IARC; International Agency for Research on Cancer)는 대기오염물질 중 미세먼지 및 디젤엔진 배출물질을 1등급 발암물질(Group 1; 인체에 발암성을 일으키는 물질)로 분류하고 있으며(WHO, 2013), 최근 역학연구에 의하면 대기 중 미세먼지는 천식의 대표적인 환경성인자로서 보고되고 있다(Clark et al., 2010; Morgenstern et al., 2007; Kim et al., 2004).

질소산화물은 연소공기 중에 포함된 질소 및 연료에 포함된 질소가 연소온도에 영향을 받아 산소와 결합하여 생성되며  $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}_3$  등이 이에 해당된다. 생성된 질소산화물은 대기 중 휘발성유기화합물(VOCs)와 반응하여 자극성기체인 오존( $\text{O}_3$ )을 생성하는 전구물질(Precursor)역할을 하기도 한다. 질소산화물은 반응성이 큰 기체로써, 수용성이 낮아 사람의 폐 깊숙이 침투할 수 있으며, 고농도 이산화질소에 노출되면 눈과 호흡기 등에 자극을 주어 기침, 현기증, 두통, 구토 등이 나타나고 심하면 폐수종, 폐렴, 폐출혈, 혈압상승으로 의식을 잃기도 한다. 특히, 도로이동오염원으로부터 기인한 이산화질소의 노출과 관련된 건강영향은 대표적으로 천식이 있다(Shima et al., 2002; Gauderman et al., 2005; Nicolai et al., 2003).

이산화황( $\text{SO}_2$ )은 수용성이 높은 물질으로써, 주로 화석연료의 연소, 금속제련, 화학비료 제조 과정, 석유화학 및 정제과정, 화산가스 등에서 발생하는 물질이며(WHO, 1997), 이산화황은 런던 스모그와 같은 대기오염 사건을 일으키는 대표적인 유해대기오염물질로 알려져 있다. 대기 중에서 산화된 후 수분과 결합하여 2차로 황산미스트(Sulfuric acid mist)를 생성하여 호흡기 상기도 점막에 강한 자극을 주는 물질이며, 특히 이산화황( $\text{SO}_2$ )과 삼산화황( $\text{SO}_3$ )를 동시에 호흡하면 염증을 일으키며, 수분과 결합할 경우 황산미스트 상태로 변화되어 이산화황보다 독성이 약 10배나 강하다고 알려져 있다. 아황산가스에 의한 건강영향으로는 급성영향과 만성영향이 야기되는데 급성영향으로는 불쾌한 자극성냄새, 시정감소, 생리적 장애, 압박감, 기도저항 증가 현상이 나타나고,

만성영향으로는 폐렴, 기관지염, 폐기종, 폐쇄성 질환, 천식 등의 인체 영향을 준다(Penard-Morand et al., 2010; Arnedo-Pena et al., 2009).

도로이동오염원으로 인해 발생한 대기오염물질은 인체 호흡기 영역에 영향을 주는데, 대표적으로 관련되어지는 호흡기 건강장해는 천식이다(Janvier et al., 2012; Anderson et al., 2013; Moual NL et al., 2013; Kim et al., 2009, Kelly et al., 2011). 천식은 기도의 만성적인 알레르기 염증성 질환으로, 기도에 만성적으로 염증이 발생하면 기도 과민성이 증가되어, 이로 인한 가역적인 기도폐쇄가 유발되어 평활근 부종과 수축, 점액 과대분비 등이 특징적으로 발생되어 기도협착이 일어나고, 호흡곤란 기침 쉼썩거림 등의 증상이 반복적으로 나타나는 증상을 말한다(장윤석, 2012). 대기오염물질은 기관지를 수축시켜 호흡기 증상을 유발하고 급성천식을 유발한다고 보고되어져 있으며, 도로이동 오염원인 미세먼지(Particulate matter), 이산화질소(NO<sub>2</sub>), 이산화황(SO<sub>2</sub>) 등의 대기 중 농도의 증가는 기침이나 천식, 천명 등의 만성 호흡기 질환 및 폐 기능에 부정적 영향을 준다는 연구가 다수 보고되었다(Gauderman, 2004; Ito et al., 2011; Bedada et al., 2012; Martinelli et al., 2013; Guarnieri et al., 2014; Gasana et al., 2012). 이러한 천식은 높은 유병률과 생명을 위협할 수 있다는 질병의 특성으로 인해 사회경제적인 손실액이 연간 4조원으로 추산될 정도로 사회 경제적 부담이 큰 질환이며(장윤석, 2012), 흔한 질환으로 세계적으로 약 3억 명 이상의 환자가 있으며, Masoli에 의하면 2025년에는 약 4억 명 이상으로 증가할 것으로 추정한 바 있으며, 우리나라를 포함하여 전 세계적으로 유병률이 증가하고 있는 질환이다(만성기도폐쇄성질환 임상연구센터 등., 2011; Masori et al., 2004; Moorman et al., 2012; Bateman et al., 2008).

앞서 언급했듯이, 대기오염물질에 지속적으로 노출되면 천식과 같은 건강영향을 줄 수 있어 연구가 필요하다. 하지만 대부분의 기존 연구들은 단기간 소수의 측정지점 대한 평균 오염 데이터를 사용하였고, 이러한 연구들은 실제로 사회와 지역에 걸쳐 노출되는 정도는 크게 다를 수 있다고 연구된 바 있다(Yanosky et al., 2008). 이러한 문제점을 극복하기 위해 다중 측정지점에서 더

많은 시료측정을 통한 연구의 필요성이 커지고 있다.

따라서 본 연구에서는 2012년부터 2013년간의 서울시의 행정구역별 교통량 수준에 따라 고노출지역을 구별하고, 교통량과 행정구역별 대기오염도 간의 상관성을 확인하며, 해당지역에 거주하는 대상자의 천식 발생에 영향을 미치는 교통량 및 환경오염 요소를 분석하여 중요 요인을 도출하고자 한다.

본 연구의 세부 목적은 다음과 같다.

첫째, 행정구역별 기종점(Origin Destination) 자료를 통하여 산출되어진 도로 교통량을 기준으로 고노출지역과 저노출지역을 분류하고,

둘째, 도시대기 측정망 자료를 활용하여 행정구역별 교통량과 대기오염물질 (PM10, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>)간의 상관성을 분석하며,

셋째, 고노출지역에 따른 거주자의 천식증상 발생의 영향을 분석하며, 천식 증상에 영향을 미치는 교통·환경요소를 분석하여 중요 요인을 도출하고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구내용

본 연구는 2012년 1월부터 2013년 12월까지 서울시 행정구역을 도로교통량 자료를 통하여 고노출지역과 저노출지역으로 구분하며, 도시대기측정망 자료의 행정구역별 대기오염물질(PM10, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>) 농도와 행정구역별 도로교통량과의 상관성을 분석하고, 고노출지역 거주자의 천식 증상의 관련성을 분석하여 해당지역 거주자의 천식증상에 기여하는 교통량 및 대기오염물질의 중요요인을 도출하고자 한다.

본 연구의 틀은 다음과 같다.

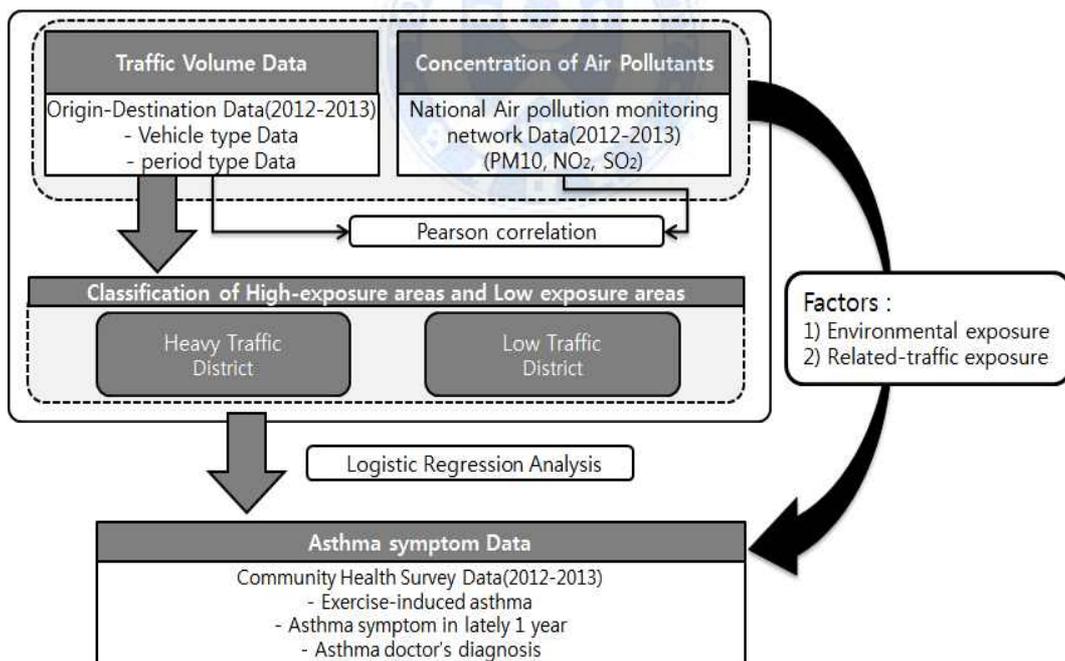


Figure 1. Research scheme of this study

## 2. 연구방법

### 2.1 연구 대상 선정

본 연구는 2012년부터 2013년까지의 서울시의 행정구역별로 위치한 도시대기측정망 지점의 대기오염측정 자료(PM10, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>)와 행정구역별 도로교통량의 상관관계를 분석 및 천식증상과의 관계를 연구하기 위해 연구대상지역을 서울시 행정구역으로 선정하였다. 연구대상자는 2012년부터 2013년까지 질병관리본부에서 실시한 지역사회건강조사에 참여한 동일지역거주자 46,201명 중 건강행태 특성 설문(체질량지수, 흡연여부, 음주여부, 운동 수준)에 모름 및 응답 거부한 7,516명과 사회경제적 특성(교육수준, 가구소득)설문에 모름 및 응답거부한 인원 2,089명을 제외하여 총 36,596명을 선정하였다.

아래 그림에 연구대상 선정과정을 요약하였다(Figure 2).

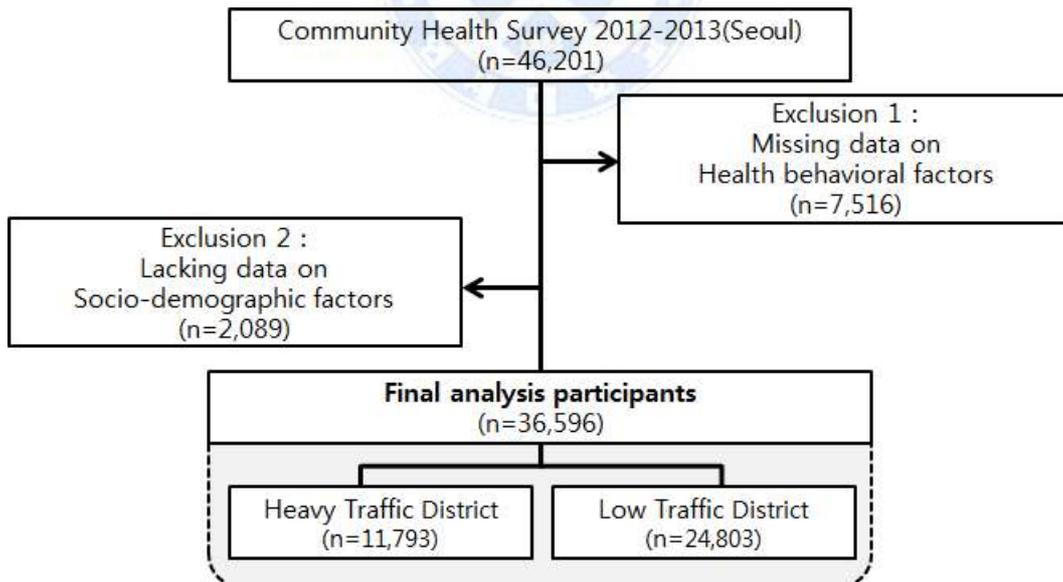


Figure 2. Selection of study data

## 2.2 행정구역별 고노출지역 구분

고노출지역의 구분은 한국교통연구원에서 조사한 기종점조사(Origin destination data)자료를 바탕으로 산출하였다. 『국가교통조사 및 DB구축사업』 2014년 요약보고서에 따르면, 기종점 조사는 다양한 수송기관(택시, 버스, 철도 등)의 수송실적, 대중교통카드를 이용한 이동정보 데이터와, 도로공사 TCS(Toll Collection System)자료, 건설기술연구원의 도로 교통량자료, 지자체 도로교통량 정기조사, 설문조사, GPS가 내장된 첨단교통조사 단말기를 설비한 차량을 통한 교통량 조사, 관할 경찰서의 주요도로 차량 통행량 조사결과 등을 반영하여 구축되었다. 구축된 교통량자료는 Figure 3.과 같이 지역에 따라 동일 행정구역 내에 이동하는 차량 통행량과 서울시 내 행정구역간 차량 통행량과 서울시 이외 지역의 행정구역간 차량 통행량을 기준으로 산출되었으며, 시간에 따라 오전첨두시간(AM peak period), 오후첨두시간(PM peak period), 일평균시간으로 구분되었다(한국교통연구원, 2014; 우왕희, 2014). 본 연구에서는 인·통행량을 그대로 차량 통행으로 배정하여 통행량을 산출하였으며(장원재, 2009), 차량과 관련된 수단인 승용차 도로교통량(택시 포함), 버스 도로교통량( 시내버스, 시외버스, 마을버스 등 포함), 화물차 도로교통량(소형화물차, 대형화물차 포함), 총 교통량으로 구분하였고, 행정구역별 유출도로교통량 및 유입도로교통량을 합산하는 방법으로 산출한 도로교통량을 바탕으로 서울시 행정구역 평균 도로교통량을 초과하는 지역을 고노출지역으로 분류하였다(Figure 3).

본 연구에서는 한국교통연구원에서 운영하는 국가 교통 데이터베이스(KTDB)시스템을 통하여 정보 제공 승인절차를 거쳐, 2012년부터 2013년까지의 수도권 주요 수단별 기종점(Origin Destination Data)원시자료를 제공받아 연구에 사용하였다.

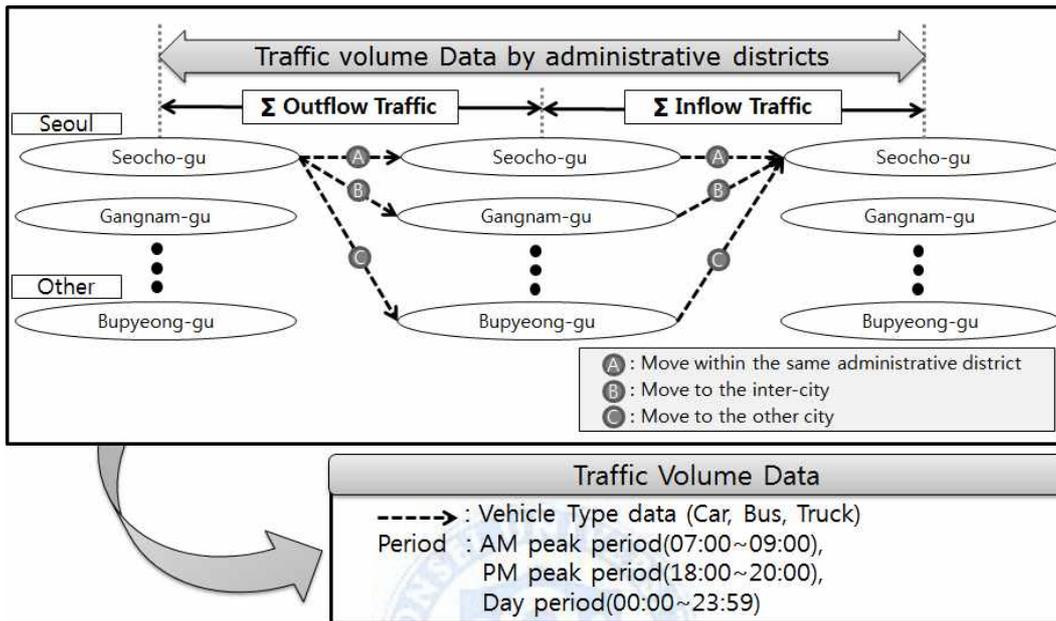


Figure 3. Traffic estimation process by district

Table 1. Number of traffic volume by origin destination data (unit:n)

	Day	PM peak period	AM peak period
2012	583,122	289,243	289,888
2013	583,263	289,320	289,960
2012-2013	1,166,385	578,563	579,848

## 2.3 서울시 행정구역별 대기환경농도 조사

서울시의 도시대기측정망은 “대기오염측정망 설치·운영지침”에 따라 TM(Transverse Mercator)좌표법에 의거하여, 지도상에 2-3km 간격으로 가로 세로 격자를 만든 후 구획별로 산정하였으며, 건물이나 수목 등의 장애물이 없고, 그 지역의 오염도를 대표할 수 있는 적절한 지역을 선정하는 과정에 따라 설치되었다. 현재 서울시 전역에 걸쳐 25개의 행정구역별 도시대기측정망이 운영되고 있으며(환경부, 2008), 서울시 내 도시대기측정망이 설치된 위치는 Figure 4.와 같다.

도시대기측정망의 대기오염 측정 및 분석 장치는 설치연도, 지점의 기후특성 등에 따라 시험기자재의 제작사가 다를 수 있으나, 분석 조건은 대기오염 공정시험방법에 준하여 동일하게 측정되고 있으며, 월 1회 통상점검을 비롯한 지속적인 검교정(Calibration)을 통하여 운영되고 있다. 미세먼지(PM10)의 시간별 측정 방법은 베타선 흡수법( $\beta$ -Ray Absorption Method)에 의한 실시간 측정장비를 운영하고 있으며, 이산화질소(NO<sub>2</sub>)는 화학발광법(Chemiluminescent Method), 이산화황(SO<sub>2</sub>)은 자외선형광법(Pulse U.V Fluorescence Method)에 의한 실시간 측정장비를 운영하고 있다. 대기오염물질 농도는 각 지점별로 매 5분마다 측정되었으며, 시간별로 평균을 하여 1시간평균농도가 산출되었다(환경부, 2013).

본 연구에서는 국가 공공데이터포털을 통하여 제공승인 절차를 거쳐, 서울특별시 대기관리과에서 제공하는 방법으로 2012부터 2013년까지의 1시간 단위 행정구역별 대기오염(PM10, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>)원시자료를 제공받아 분석에 사용되었으며, 1시간 단위의 대기측정망 대기오염자료는 강우, 검교정, 정전, 고장 등에 의한 결측데이터를 제외한 후, 계절별 농도분포 비교 데이터, 행정구역별 오전 시간평균 농도데이터(07:00-09:00), 행정구역별 오후시간평균 농도데이터(18:00-20:00), 일평균 농도데이터(00:00-23:59)를 산출하여 연구에 이용하였다(Figure 4).

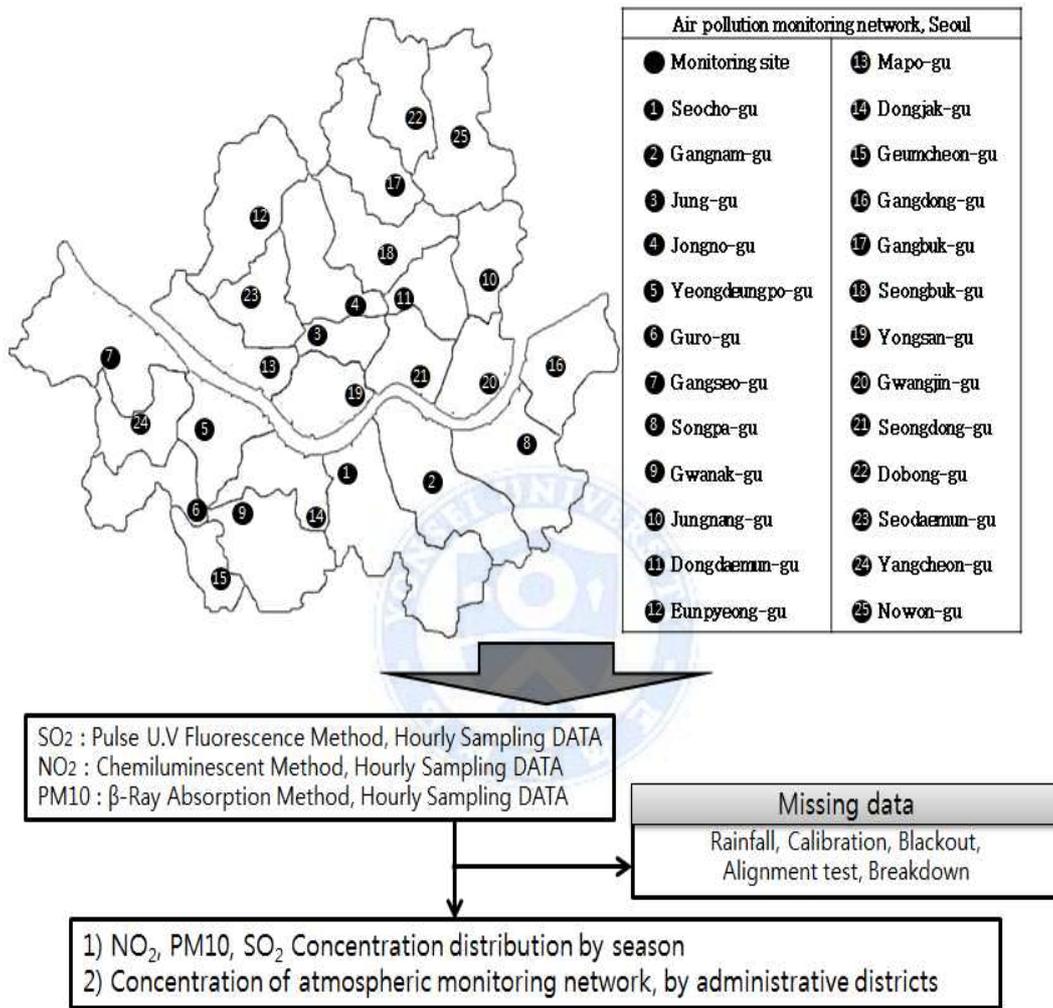


Figure 4. Estimation process of Environmental concentration

## 2.4 서울시 행정구역별 천식증상 조사

### 2.4.1 지역사회건강조사

지역사회건강조사는 질병관리본부에서 과학적 근거에 기초한 지역보건사업 수행기반을 마련하기 위해 지역보건법 제4조에 따라 지역주민의 건강수준을 평가 및 모니터링하는 조사로써 전국 시, 도, 군, 구별로 지역 간 비교 가능한 보건통계를 다루고 있다. 조사 수행체계를 표준화하여 비교 가능한 지역건강 통계를 생산하고자 2008년을 시작으로 매년 전국 보건소를 통해 시행되는 기초 자치단체 단위 조사이며, 조사대상은 보건소 관할 지역에 거주하는 만 19세 이상의 성인이며, 전국적으로 약 20만 명을 대상으로 하는 규모의 조사이다(질병관리본부, 2013).

### 2.4.2 지역사회건강조사 방법

지역사회건강조사는 매년 8월부터 10월까지의 기간동안 훈련된 조사원이 표본가구에 직접 방문하여 설문 프로그램이 탑재된 노트북을 사용하여 1:1 면접 조사로(CAPI ; Computer assisted personal interviewing) 수행되며, 1차적으로 연구 대상이 될 표본을 추출하고, 동/읍/면 주택 유형별 층화를 거쳐 전국 보건소별 평균 900여명의 표본을 대상으로 2차 표본설계에 의해 조사되어진다. 표본 설계는 건강지표의 허용목표오차를 95% 신뢰수준에서  $\pm 3\%$  이내가 될 수 있도록 표본크기를 계산되었다. 조사대상가구를 선정하기 위해서는 주민등록인구수를 기준으로 동/읍·면내 주택유형별 1차 추출단위인 통·반/리 표본지점을 확률비례추출법으로 추출된다(김영택, 2012).

주요 조사내용은 기본적인 건강행태(흡연, 음주, 운동 및 신체활동, 교육수준, 식습관 등)와 이환 및 의료이용(만성/급성질환 경험, 고혈압, 당뇨, 호흡기

증상, 관절염 등)내용과 사고 및 중독(사고중독, 낙상 등) 삶의 질 (주관적 건강 인지율, 건강상태 등) 내용으로 구성되어있다(지역사회 건강조사, 2014).

본 연구에서는 질병관리본부에서 운영하는 지역사회건강조사 통하여 원시자료 제공 승인절차를 거쳐, 2012년부터 2013년까지의 지역사회건강조사 원시자료를 제공받아 연구에 사용하였다.

## 2.5 노출지역에 따른 천식증상 분석 방법

2012년부터 2013년간의 지역사회건강조사의 천식진단 결과를 활용하여 저노출지역에 비해 고노출지역에 거주하는 대상자들이 천식이 발생할 교차비에 대해 분석하였다. 천식 진단으로는 최근 1년간 천식증상(평상시 천식 증상 경험), 운동성 천식 증상 경험, 의사 천식진단 여부를 사용하였다.

최근 1년간 천식증상(Asthma symptom in lately 1 year)의 경우, “최근 1년 동안 숨 쉴 때, 가슴에서 짹짹하는 소리나 휘파람 소리가 들린 적이 있습니까?”의 문항을 사용하였다.

운동성 천식 증상(Exercise-induced asthma)의 경우, “최근 1년 동안 운동 중이나 운동 후에 숨 쉴 때, 가슴에서 짹짹하는 소리나 휘파람 소리가 들린 적이 있습니까?”의 문항을 사용하였다.

의사 천식 진단(Asthma doctor's diagnosis)의 경우, “의사에게 천식을 진단 받은 적이 있습니까?”의 문항을 사용하였다.

로지스틱 회귀분석 시 독립변수와 종속변수 간 영향을 미치는 통제변수는 최근 천식과 교통오염원과의 관계를 연구한 선행연구에서 보정변수로서 이용된 변수들을 구성하였으며(Jacquemin B, 2009), 통제변수를 모델별로 시나리오를 작성하여 보정하였다. 통제변수로는 인구 특성, 건강행태 특성, 사회경제적 특성으로 보정하여 분석하였다. 인구 특성으로는 생애주기별 연령과 성별로 구분하였으며, 건강행태 특성으로 체질량지수는 체중(Kg)을 신장(m)의 제곱으로 나누어서 산출되며,  $22.9\text{Kg}/\text{m}^2$  이하를 정상체중,  $23\text{--}24.9\text{Kg}/\text{m}^2$  범위

는 위험체중, 25-29.9Kg/m<sup>2</sup> 범위는 1단계 비만, 30Kg/m<sup>2</sup> 이상을 2단계 비만(고도비만)으로 구분하였다. 음주여부는 1주일 1회 이상 음주하는 음주자와 비음주자로 구분하였으며, 흡연여부는 평생 5갑 이상을 흡연하는 사람으로서 현재 흡연자, 과거 흡연자, 비흡연자로 구분하였으며, 운동 수준은 1주일 당 걷기 운동일 수, 중등도 운동일수, 격렬한 운동일 수의 세 가지 범주로 구분하였다. 사회경제적 특성으로는 교육수준을 중졸, 고졸, 대졸이상의 범주로 구분하였으며, 가구소득은 사분위수(Quartile) 범주로 구분하였다.

## 2.6 통계분석

본 연구의 통계 분석은 SAS(Version 9.3) 프로그램을 사용하였다.

측정 시간별 고노출지역과 저노출지역의 교통량과 고노출지역과 저노출지역의 대기오염물질(PM10, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>)의 차이는 독립 표본 T 검정(T-test)으로 분석하였고, 행정구역별 교통량과 대기오염물질(PM10, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>)의 관련성은 상관분석(Pearson correlation test)를 통해 알아보았다. 또한, 로지스틱 회귀분석(Logistic regression analysis)을 이용하여 저노출지역에 비해 고노출지역에 거주하는 대상자들에게서 천식증상의 관련성을 분석하였다.

### Ⅲ. 결 과

#### 3.1 교통량 고노출지역 구분 결과

2012년부터 2013년간의 일평균 도로교통량을 바탕으로 서울시 일평균 도로교통량 서울시 행정구역별 평균 도로교통량은 1,015,245대로 산출되었으며, 평균 도로교통량 이상인 지역을 고노출지역으로 선정하였으며, 이보다 낮은 지역을 저노출지역으로 구분하여 분류하였다. 고노출지역으로는 서초구, 강남구, 중구, 종로구, 영등포구, 구로구, 강서구, 송파구로 분류되었으며 이외의 지역은 저노출지역으로 분류되었다. 분류 결과는 Figure 5와 같다.

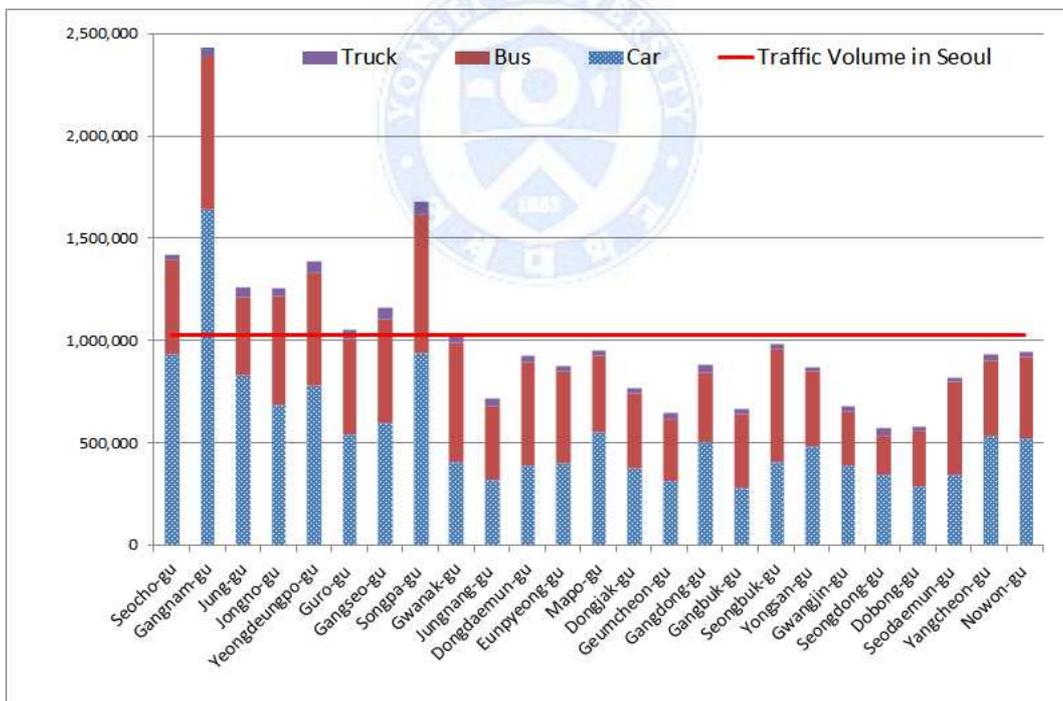


Figure 5. Classification of high-exposure areas and low exposure areas by administrative districts in Seoul(2012-2013)

### 3.2 고노출지역과 저노출지역의 대기오염물질 농도 비교

2012년 1월 1일 1시부터 2013년 12월 31일 24시까지의 서울시 행정구역별 도시대기측정망 대기오염농도(PM10, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>)는 도로교통량과의 분석을 위하여 오전 7시부터 9시까지의 평균 농도, 오후 6시부터 8시까지의 평균 농도, 일평균시간의 평균 농도로 구분하여 산출하였다. 또한 측정값의 신뢰성을 확보하기위해 강우, 교정, 정전, 정도검사, 측정장비 고장으로 인한 결측데이터를 제외시켰다(Table 2).

Table 2. Missing data of Urban monitoring site (unit : hour)

	PM10 2012-2013	NO <sub>2</sub> 2012-2013	SO <sub>2</sub> 2012-2013
Rainfall	5,712	5,712	5,712
Calibration	2,040	2,511	2,503
Blackout	649	284	300
Alignment Test	696	915	625
Breakdown	1,216	1,143	1,030
Using data	290,367	290,110	290,510

### 3.2.1 계절별 고노출지역과 저노출지역의 대기오염농도 비교

고노출지역과 저노출지역의 대기오염물질 농도 차이를 확인하기 위해, T-test를 통하여 두 집단 간 평균 비교를 실시하였다(Table 3). 이산화질소와 이산화황의 경우 모든 계절에서 고노출지역과 저노출지역의 대기 중 농도분포는 통계적으로 유의하게( $p < 0.01$ ) 차이가 있었으며, 미세먼지(PM10)의 경우 여름을 제외한 봄( $p < 0.001$ ), 가을( $p < 0.001$ ), 겨울( $p < 0.01$ )에 평균 농도간의 통계적인 유의한 차이를 관찰 할 수 있었다. 또한 모든 물질들은 여름에 가장 낮은 농도로 관찰되었으며, 봄과 겨울에 가장 높은 농도로 관찰되었는데, 이는 국내의 대기환경 실측연구의 결과와 유사한 패턴의 결과로 나타났다(임득용, 2012).

Table 3. PM10, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> Concentration distribution by season

Material	Season	High exposure district		Low exposure district		p-value*
		n	Mean±S.D	n	Mean±S.D	
PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Spring	24,182	57.4±31.3	51,143	55.6±30.0	<0.001
	Summer	19,149	37.7±20.8	40,598	37.6±20.9	0.651
	Fall	23,907	33.9±18.6	50,752	32.7±18.0	<0.001
	Winter	25,708	56.0±30.6	54,928	55.2±30.2	<0.01
NO <sub>2</sub> (ppb)	Spring	24,109	37.1±19.0	51,186	35.1±18.3	<0.001
	Summer	19,188	26.2±13.5	40,495	24.1±12.3	<0.001
	Fall	23,825	32.4±16.5	50,314	29.4±15.7	<0.001
SO <sub>2</sub> (ppb)	Spring	24,111	6.6±3.0	50,775	5.9±2.7	<0.001
	Summer	19,276	4.7±2.3	40,711	4.4±2.1	<0.001
	Fall	23,903	5.0±2.2	50,687	4.2±1.9	<0.001
	Winter	25,678	7.8±3.8	55,369	7.3±3.7	<0.001

\* T-test

### 3.2.2. 시간별 고노출지역과 저노출지역의 대기오염농도 비교

미세먼지(PM10)의 경우, 일평균 농도가 가장 높은 행정구역은 고노출지역으로 분류된 영등포구가 평균  $48.9\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 가장 높은 것으로 관찰되었으며, 미세먼지(PM10) 일평균 농도가 가장 낮은 행정구역은 저노출지역으로 분류된 성북구가  $42.6\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 가장 낮게 관찰되었다. 출근시간인 오전 7시부터 오전 9시사이의 오전침두시간의 경우, 강서구가  $46.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 가장 높게 관찰되었으며, 서대문구가  $39.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 가장 낮게 관찰되었다. 퇴근시간인 오후 6시부터 오후 8시사이의 오후침두시간의 경우, 영등포구가  $53.2\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 미세먼지 농도가 가장 높게 관찰되었으며, 성북구의 경우  $44.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 가장 낮게 관찰되었다(Table 4).

시간에 따른 노출지역별 미세먼지(PM10)농도는 오전시간에 비해서 오후시간이 되면서 농도가 누적되는 패턴으로 나타났으며, 오전 9시와 오후 7시와 오후 8시의 경우 저노출지역의 미세먼지 농도가 고노출지역의 미세먼지농도보다 높은 것으로 나타났다(Figure 6).

한편, 평균농도로 비교하였을 경우에는, 오전침두시간의 고노출지역의 농도는  $46.9\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로, 저노출지역의 농도  $46.0\mu\text{g}/\text{m}^3$ 와 통계적으로 유의한( $p<0.001$ ) 차이가 있는 것으로 관찰되었다. 고노출지역의 오전침두시간의 평균 미세먼지 농도는  $43.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 나타났으며, 저노출지역은  $42.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 통계적으로 유의하게 차이가 있었다( $p<0.05$ ). 반면 오후침두시간의 경우, 고노출지역과 저노출지역의 농도는 통계적으로 유의한 차이를 관찰할 수 없었다(Table 5).

Table 4. PM10 concentration of atmospheric monitoring network, by administrative districts (unit :  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Urban monitoring site	2012-2013					
	AM		PM		Day	
	(07:00-09:00)		(18:00-20:00)		(00:00-23:59)	
	N	Mean $\pm$ S.D	N	Mean $\pm$ S.D	N	Mean $\pm$ S.D
Seocho-gu	1,475	44.0 $\pm$ 27.9	1,465	49.8 $\pm$ 31.6	11,731	48.0 $\pm$ 29.5
Gangnam-gu	1,433	44.7 $\pm$ 26.3	1,425	49.8 $\pm$ 30.0	11,382	48.1 $\pm$ 28.2
Jung-gu	1,476	41.0 $\pm$ 25.3	1,469	46.4 $\pm$ 28.0	11,723	44.0 $\pm$ 26.7
Jongno-gu	1,462	41.9 $\pm$ 27.1	1,463	50.9 $\pm$ 30.1	11,644	46.6 $\pm$ 28.4
Yeongdeungpo-gu	1,461	44.3 $\pm$ 28.2	1,459	53.2 $\pm$ 30.4	11,658	48.9 $\pm$ 29.4
Guro-gu	1,441	43.7 $\pm$ 28.0	1,457	50.2 $\pm$ 30.7	11,552	47.4 $\pm$ 29.0
Gangseo-gu	1,454	46.7 $\pm$ 27.9	1,451	51.3 $\pm$ 30.0	11,580	48.3 $\pm$ 28.9
Songpa-gu	1,472	42.0 $\pm$ 23.6	1,465	44.5 $\pm$ 26.8	11,676	44.1 $\pm$ 26.2
Jungnang-gu	1,465	44.1 $\pm$ 27.3	1,461	51.1 $\pm$ 30.4	11,639	47.1 $\pm$ 29.0
Dongdaemun-gu	1,468	43.7 $\pm$ 27.6	1,473	49.9 $\pm$ 30.5	11,715	47.6 $\pm$ 29.1
Eunpyeong-gu	1,472	39.4 $\pm$ 24.0	1,468	50.0 $\pm$ 29.8	11,689	44.5 $\pm$ 27.1
Mapo-gu	1,431	43.4 $\pm$ 27.8	1,432	51.7 $\pm$ 31.3	11,389	47.8 $\pm$ 29.6
Dongjak-gu	1,455	43.8 $\pm$ 25.0	1,454	47.1 $\pm$ 28.4	11,599	45.3 $\pm$ 26.2
Gwanak-gu	1,464	41.5 $\pm$ 26.8	1,456	51.1 $\pm$ 30.1	11,651	46.4 $\pm$ 28.5
Geumcheon-gu	1,421	44.8 $\pm$ 26.0	1,448	50.6 $\pm$ 29.0	11,439	47.3 $\pm$ 27.2
Gangdong-gu	1,477	40.9 $\pm$ 24.5	1,471	46.8 $\pm$ 27.6	11,760	44.6 $\pm$ 26.6
Gangbuk-gu	1,459	44.9 $\pm$ 25.9	1,463	50.3 $\pm$ 28.1	11,684	46.0 $\pm$ 27.1
Seongbuk-gu	1,471	40.4 $\pm$ 24.1	1,472	44.1 $\pm$ 26.9	11,717	42.6 $\pm$ 25.6
Yongsan-gu	1,472	40.4 $\pm$ 25.0	1,472	48.9 $\pm$ 28.8	11,712	45.3 $\pm$ 26.8
Gwangjin-gu	1,455	43.7 $\pm$ 26.8	1,406	50.1 $\pm$ 30.3	11,336	47.4 $\pm$ 28.7
Seongdong-gu	1,473	42.4 $\pm$ 26.8	1,458	52.7 $\pm$ 31.6	11,701	47.5 $\pm$ 29.1
Dobong-gu	1,473	42.0 $\pm$ 26.2	1,458	47.5 $\pm$ 28.3	11,690	44.0 $\pm$ 27.0
Seodaemun-gu	1,460	39.3 $\pm$ 24.2	1,461	48.1 $\pm$ 29.0	11,573	43.8 $\pm$ 27.0
Yangcheon-gu	1,466	46.1 $\pm$ 26.2	1,463	49.2 $\pm$ 29.8	11,662	46.9 $\pm$ 28.0
Nowon-gu	1,437	44.7 $\pm$ 26.6	1,426	46.9 $\pm$ 27.0	11,465	45.0 $\pm$ 26.9

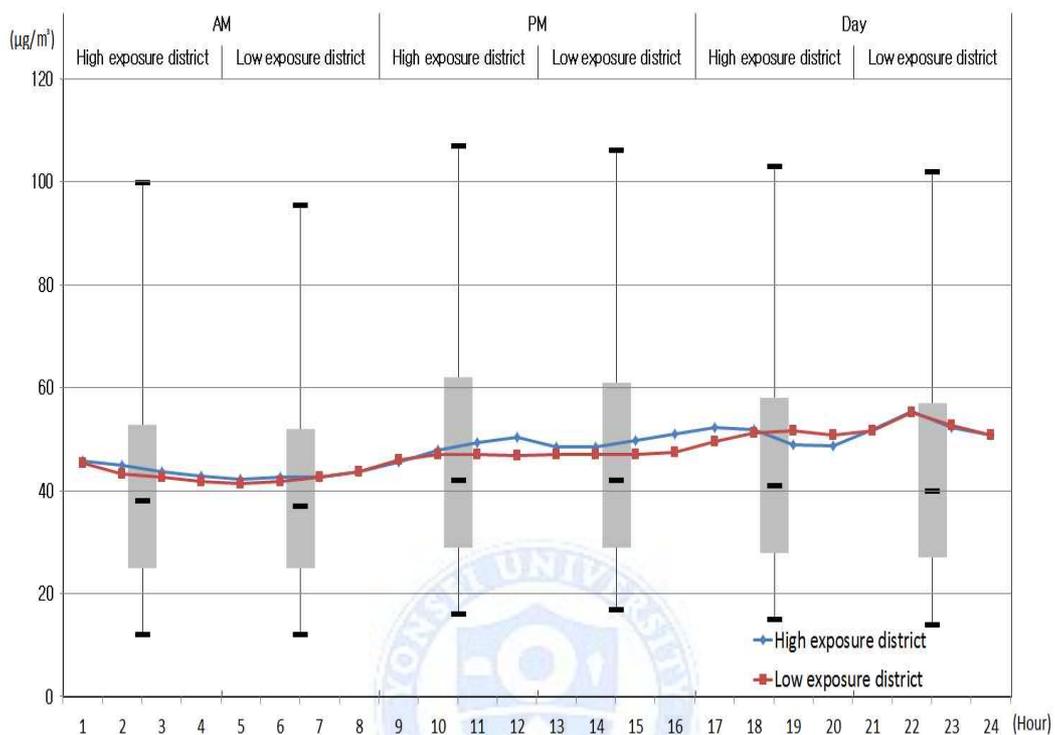


Figure 6. Hourly PM10 concentration of atmospheric monitoring network

Table 5. PM10 concentration distribution of atmospheric monitoring network  
(unit :  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	2012-2013						p-value*
	High exposure district			Low exposure district			
	N	Mean±S.D	Range	N	Mean±S.D	Range	
Day	92,946	46.9±28.4	1-295	197,421	46.0±27.8	1-304	<0.001
AM	11,674	43.5±26.9	1-224	24,819	42.7±26.0	1-196	<0.05
PM	11,654	49.5±29.8	1-295	24,742	49.2±29.3	2-304	>0.05

\* T-test

이산화질소( $\text{NO}_2$ )의 경우에는 일평균 농도가 가장 높은 행정구역은 고노출 지역으로 분류된 강남구가 평균 38.4ppb로 가장 높은 것으로 관찰되었으며, 일평균 이산화질소( $\text{NO}_2$ ) 농도가 낮은 행정구역은 저노출지역으로 분류된 도봉구가 28.6ppb로 가장 낮게 관찰되었다. 출근시간인 오전 7시부터 오전 9시 사이의 오전침두시간의 경우, 이산화질소 농도가 가장 높은 행정구역은 고노출지역인 강서구가 41.4ppb로 가장 높게 관찰되었으며, 저노출지역으로 분류된 성동구가 31.3ppb로 가장 낮게 관찰되었다. 퇴근시간인 오후 6시부터 오후 8시사이의 오후침두시간의 경우, 이산화질소 농도가 가장 높은 행정구역은 강남구가 42.1ppb로 가장 높게 관찰되었으며, 저노출지역으로 분류된 도봉구의 경우 28.7ppb로 가장 낮게 관찰되었다(Table 6).

시간별로 구분하여 분석한 결과, 고노출지역의 경우 오후 9시에 이산화질소 농도가 가장 높았으며, 저노출지역의 경우 오후 11시에 가장 높았다. 전반적인 시간에 따른 증감 패턴은 상당히 유사성이 높은 것으로 나타났다. 농도 패턴은 출근 시간인 7시부터 9시 사이에 한차례 증가하였다가 차츰 줄어들었으며, 퇴근 시간인 6시부터 가파르게 농도가 증가하는 것으로 나타났다. 또한 평균 농도로 나타내어 보았을 때 출근시간인 오전침두시간과 퇴근시간인 오후침두시간이 일평균 농도보다 높은 경향으로 관찰되었다(Figure 7).

한편, 고노출지역의 일평균 이산화질소( $\text{NO}_2$ )농도는 34.3ppb로 나타났고, 저노출지역의 일평균 이산화질소 농도는 32.6ppb로 나타나 고노출지역의 농도가 저노출지역보다 통계적으로 유의하게( $p < 0.001$ ) 높은 것으로 나타났다. 오전침두시간의 농도 또한 고노출지역이 37.4ppb로 저노출지역의 35.8ppb보다 통계적으로 유의하게( $p < 0.001$ ) 높은 것으로 관찰되었으며, 오후침두시간에도 이산화질소 농도가 고노출지역이 37.1ppb로 저노출지역의 35.4ppb보다 통계적으로 유의하게( $p < 0.001$ ) 높은 것으로 관찰되었다(Table 7).

Table 6. NO<sub>2</sub> concentration of atmospheric monitoring network, by administrative districts (unit : ppb)

Urban monitoring site	2012-2013					
	AM		PM		Day	
	(07:00-09:00)		(18:00-20:00)		(00:00-23:59)	
	N	Mean±S.D	N	Mean±S.D	N	Mean±S.D
Seocho-gu	1,473	37.6±14.1	1,471	39.1±17.0	11,726	35.6±17.8
Gangnam-gu	1,390	39.9±15.8	1,413	42.1±18.6	11,187	38.4±19.4
Jung-gu	1,470	39.0±15.5	1,471	37.2±16.9	11,695	35.4±17.8
Jongno-gu	1,470	35.2±14.9	1,464	35.2±15.2	11,685	32.4±16.8
Yeongdeungpo-gu	1,446	36.1±15.0	1,457	35.9±15.4	11,509	32.7±16.6
Guro-gu	1,465	37.0±15.0	1,453	35.6±16.6	11,661	32.8±17.8
Gangseo-gu	1,452	41.4±17.1	1,454	38.7±19.8	11,551	35.8±20.0
Songpa-gu	1,472	33.0±13.5	1,469	33.7±16.4	11,698	31.7±16.8
Jungnang-gu	1,471	33.0±14.5	1,465	34.1±15.9	11,679	30.4±16.3
Dongdaemun-gu	1,467	38.0±16.2	1,463	36.4±16.3	11,672	34.2±18.4
Eunpyeong-gu	1,470	32.6±13.2	1,470	33.8±15.1	11,711	29.7±14.9
Mapo-gu	1,425	35.9±17.7	1,414	33.2±16.3	11,337	31.4±18.4
Dongjak-gu	1,470	40.1±18.4	1,455	36.1±17.6	11,666	35.1±19.3
Gwanak-gu	1,464	36.1±15.7	1,460	34.0±16.2	11,664	32.4±17.5
Geumcheon-gu	1,456	40.4±17.7	1,453	40.0±16.4	11,580	36.4±18.4
Gangdong-gu	1,470	33.4±13.1	1,466	38.1±17.3	11,685	33.1±17.3
Gangbuk-gu	1,463	37.9±15.5	1,460	35.0±15.6	11,678	32.7±17.1
Seongbuk-gu	1,448	38.9±17.2	1,447	37.5±18.0	11,540	35.2±18.8
Yongsan-gu	1,447	37.2±14.2	1,461	41.9±17.6	11,640	36.4±17.7
Gwangjin-gu	1,460	31.3±11.7	1,453	33.1±15.1	11,554	30.1±14.8
Seongdong-gu	1,418	30.4±13.9	1,407	33.9±16.8	11,268	29.3±16.5
Dobong-gu	1,470	33.3±15.0	1,467	28.7±15.0	11,686	28.6±16.5
Seodaemun-gu	1,465	33.8±17.9	1,468	32.4±17.0	11,623	30.6±18.3
Yangcheon-gu	1,473	40.0±16.4	1,469	37.9±17.8	11,700	35.3±19.0
Nowon-gu	1,475	36.4±17.3	1,463	35.1±19.6	11,715	32.4±19.8

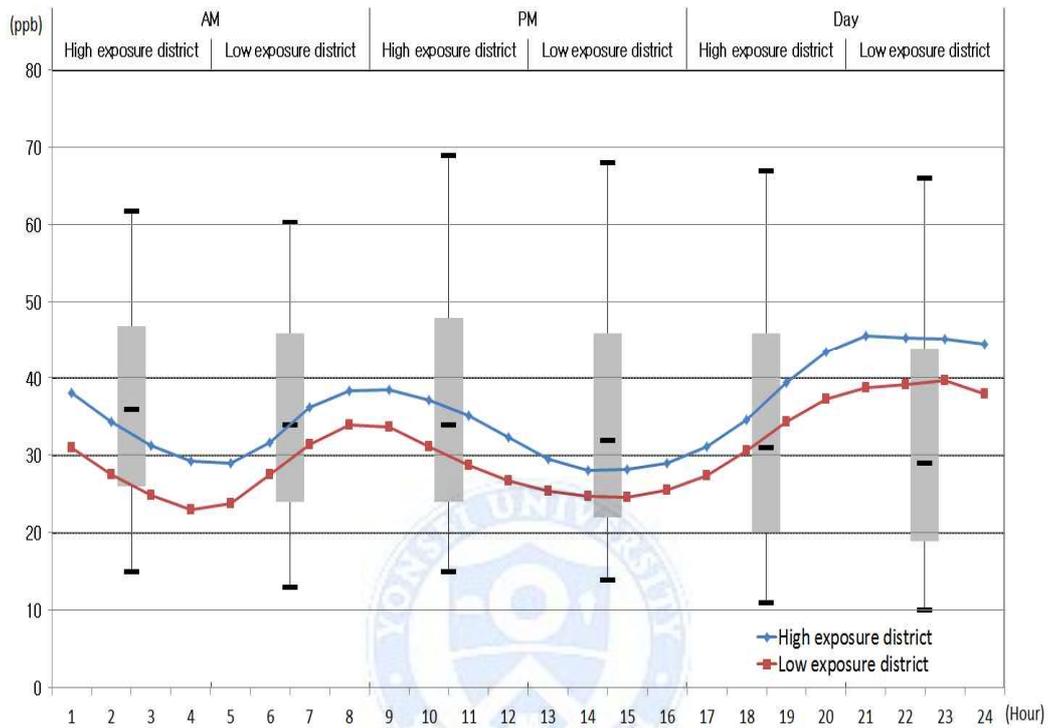


Figure 7. Hourly NO<sub>2</sub> concentration of atmospheric monitoring network

Table 7. NO<sub>2</sub> concentration distribution of atmospheric monitoring network  
(unit : ppb)

	2012-2013						p-value*
	High exposure			Low exposure			
	N	Mean±S.D	Range	N	Mean±S.D	Range	
Day	92,712	34.3±18.0	1-151	197,398	32.6±17.8	1-136	<0.001
AM	11,638	37.4±15.4	4-109	24,812	35.8±16.0	2-126	<0.001
PM	11,652	37.1±17.2	3-127	24,741	35.4-17.0	2-128	<0.001

\* T-test

이산화황(SO<sub>2</sub>)의 경우에는 일평균 농도가 가장 높은 행정구역은 강서구가 평균 7.2ppb로 가장 높은 것으로 관찰되었으며, 이산화황 일평균 농도가 가장 낮은 행정구역은 성동구가 4.5ppb으로 가장 낮게 관찰되었다. 출근시간인 오전 7시부터 오전 9시사이의 오전첨두시간의 경우, 동작구가 7.5ppb로 가장 높게 관찰되었으며, 광진구와 서대문구가 각각 4.3ppb로 이산화황 농도가 가장 낮게 관찰되었다. 퇴근시간인 오후 6시부터 오후 8시사이의 오후첨두시간의 경우, 강서구가 7.5ppb로 이산화황 농도가 가장 높게 관찰되었으며, 성북구와 성동구와 광진구가 각각 4.7ppb로 이산화황 농도가 가장 낮게 관찰되었다 (Table 8).

시간에 따른 노출지역별 이산화황(SO<sub>2</sub>)농도는 미세먼지 농도와 유사한 패턴으로써 오전시간에 비해서 오후시간이 되면서 농도가 누적되는 것으로 나타났으며, 하루 중 모든 시간에서 고노출지역의 이산화황 농도가 저노출지역 이산화황 농도보다 높았다(Figure 8).

고노출지역의 이산화황 일평균농도는 6.1ppb로 나타났으며, 저노출지역의 이산화황 일평균농도는 5.6ppb로 나타났으며 통계적으로 유의하게( $p < 0.001$ ) 차이가 있는 것으로 관찰되었다. 한편 오전첨두시간의 경우 고노출지역의 경우 5.7ppb로 나타났으며, 저노출지역의 경우 5.3ppb로 나타났으며 이러한 차이는 통계적으로 유의한( $p < 0.001$ ) 것으로 관찰되었다. 오후첨두시간의 경우에는 고노출지역이 6.3ppb로 나타났으며, 저노출지역이 5.8ppb로 나타나 고노출지역이 저노출지역보다 농도가 높은 것으로 관찰되었으며, 통계적으로도 유의한( $p < 0.001$ ) 것으로 관찰되었다(Table 9).

Table 8. SO<sub>2</sub> concentration of atmospheric monitoring network, by administrative districts (unit : ppb)

Urban monitoring site (unit : ppb)	2012-2013					
	AM		PM		Day	
	(07:00-09:00)		(18:00-20:00)		(00:00-23:59)	
	N	Mean±S.D	N	Mean±S.D	N	Mean±S.D
Seocho-gu	1,471	5.1±2.2	1,471	5.7±2.9	11,727	5.5±2.7
Gangnam-gu	1,422	5.1±2.1	1,418	6.2±3.1	11,306	5.7±2.8
Jung-gu	1,479	5.7±2.5	1,475	6.3±3.1	11,761	6.0±3.0
Jongno-gu	1,472	6.4±2.8	1,463	7.3±3.6	11,694	6.9±3.4
Yeongdeungpo-gu	1,461	5.8±2.6	1,459	6.9±3.6	11,573	6.6±3.7
Guro-gu	1,467	5.8±2.6	1,453	6.2±3.0	11,665	6.0±3.0
Gangseo-gu	1,458	6.9±2.6	1,448	7.5±3.6	11,556	7.2±3.1
Songpa-gu	1,469	4.7±2.2	1,469	5.1±2.7	11,686	5.0±2.7
Jungnang-gu	1,472	4.8±2.2	1,465	5.4±3.2	11,675	5.2±2.9
Dongdaemun-gu	1,465	5.2±2.2	1,460	6.0±2.9	11,643	5.7±2.8
Eunpyeong-gu	1,473	4.9±2.3	1,470	6.1±3.2	11,715	5.5±3.0
Mapo-gu	1,431	5.0±2.4	1,417	5.7±3.2	11,373	5.4±3.0
Dongjak-gu	1,467	7.5±2.5	1,454	7.1±2.8	11,655	7.1±2.9
Gwanak-gu	1,470	5.3±2.6	1,463	5.8±3.1	11,698	5.6±3.1
Geumcheon-gu	1,469	6.7±2.6	1,466	6.8±2.9	11,674	6.8±2.9
Gangdong-gu	1,466	5.0±2.0	1,460	5.8±3.0	11,641	5.4±2.6
Gangbuk-gu	1,463	4.9±2.5	1,457	5.3±3.3	11,659	5.1±3.0
Seongbuk-gu	1,466	4.5±2.2	1,453	4.7±2.7	11,630	4.7±2.7
Yongsan-gu	1,467	4.9±1.9	1,465	5.6±2.7	11,687	5.3±2.5
Gwangjin-gu	1,470	4.3±2.0	1,468	4.7±2.6	11,707	4.6±2.5
Seongdong-gu	1,431	4.3±2.9	1,417	4.7±3.6	11,369	4.5±3.4
Dobong-gu	1,446	5.0±2.4	1,448	5.5±3.2	11,530	5.2±3.0
Seodaemun-gu	1,470	5.0±2.6	1,462	6.1±3.5	11,627	5.6±3.3
Yangcheon-gu	1,462	6.1±2.7	1,460	6.6±3.2	11,625	6.3±3.2
Nowon-gu	1,468	6.1±2.4	1,452	6.4±3.1	11,634	6.2±2.9

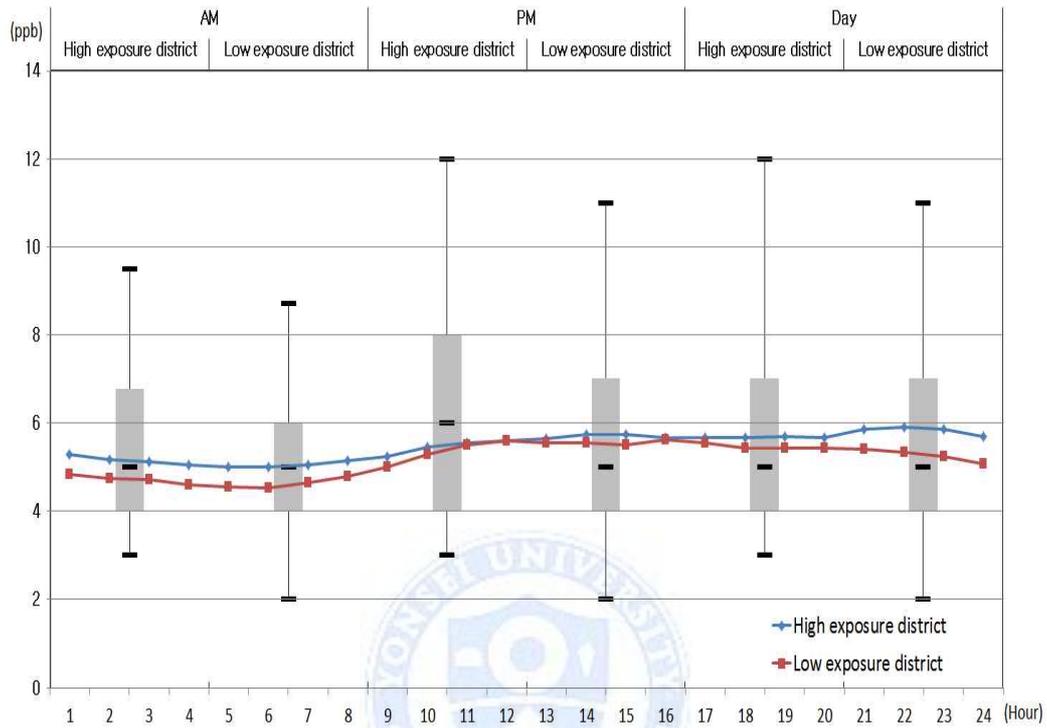


Figure 8. Hourly SO<sub>2</sub> concentration of atmospheric monitoring network

Table 9. SO<sub>2</sub> concentration distribution of atmospheric monitoring network  
(unit : ppb)

	2012-2013						p-value*
	High exposure district			Low exposure district			
	N	Mean±S.D	Range	N	Mean±S.D	Range	
Day	92,968	6.1±3.2	1-52	197,542	5.6±3.0	1-58	<0.001
AM	11,699	5.7±2.6	1-23	24,856	5.3±2.5	1-34	<0.001
PM	11,656	6.3±3.3	1-39	24,737	5.8±3.2	1-48	<0.001

\* T-test

### 3.3 행정구역별 대기측정망자료와 도로교통량자료의 상관분석 결과

행정구역별 하루 평균 도로교통량이 교통관련 오염물질 농도 분포에 유의한 영향을 미치는지 연구하기 위해 2012년부터 2013년까지의 행정구역별 도로교통량과 교통오염물질(PM10, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>) 간의 상관관계를 피어슨 상관분석을 통해 분석하였다.

오전 7시부터 오전 9시까지의 평균 대기측정망 환경농도와 오전첨두시간 도로교통량과의 상관관계 분석 결과, 미세먼지, 이산화질소, 이산화황 농도와 도로교통량은 대부분 양의 상관관계를 나타내고 있었으나, 모두 통계적으로 유의하지 않았다. 승용차의 경우 모두 양의 상관관계로 나타났으며, 디젤엔진을 사용하는 대형버스의 경우 미세먼지와 양의 상관관계로 나타났으나 통계적으로 유의하지 않았다(Table 10).

Table 10. Pearson correlation to PM10, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> on traffic volume at AM

	Car	Bus	Truck	Total Traffic
Concentration of PM10 (2012-2013)	0.17	-0.04	0.23	-0.08
Concentration of NO <sub>2</sub> (2012-2013)	0.23	0.19	0.09	0.03
Concentration of SO <sub>2</sub> (2012-2013)	0.06	0.03	0.13	0.02

오후 6시부터 오후 8시까지의 평균 대기측정망 환경농도와 오후침두시간 평균 도로교통량과 상관관계 분석 결과, 이산화질소 평균농도와 승용차 도로교통량과 통계적으로 유의한 양의 상관관계( $p < 0.05$ )로 나타났으며, 총 도로교통량과도 양의 상관계수로 나타났으나 통계적으로 유의하지 않았다. 대체적으로 오후침두시간 동안에 화물차는 이산화황과 높은 상관계수로 나타났지만, 통계적으로 유의하지 않았다. 이외의 도로교통량지표와 대기측정망 환경농도와의 통계적으로 유의한 상관관계가 관찰되지 않았다(Table 11).

Table 11. Pearson correlation to PM10, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> on traffic volume at PM

	Car (2012-2013)	Bus (2012-2013)	Truck (2012-2013)	Total traffic (2012-2013)
Concentration of PM10 (2012-2013)	0.01	-0.13	-0.09	-0.04
Concentration of NO <sub>2</sub> (2012-2013)	0.32*	0.15	0.00	0.27
Concentration of SO <sub>2</sub> (2012-2013)	0.17	0.08	0.18	0.15

\* Pearson correlation test ( $p < 0.05$ )

일평균 대기측정망 환경농도와 일평균 도로교통량의 상관관계 분석 결과, 이산화질소는 총 도로교통량과 승용차 도로교통량과 통계적으로 유의한( $p<0.01$ ) 양의 상관관계를 나타내고 있었으며, 화물차 도로교통량과도 통계적으로 유의한( $p<0.05$ ) 양의 상관관계로 나타났다. 이산화황은 화물차 도로교통량과 통계적으로 유의한( $p<0.01$ ) 양의 상관관계로 나타났으나, 다른 도로교통량 지표와는 통계적으로 유의하지 않았다. 미세먼지의 경우 모두 양의 상관관계 수로 나타났지만 통계적으로 유의하지 않았다. 일평균 도로교통량과 대기오염과의 관계가 모두 양의 상관관계로 관찰되었다(Table 12).

Table 12. Pearson correlation to PM10, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> on traffic volume(Day)

	Car (2012-2013)	Bus (2012-2013)	Truck (2012-2013)	Total traffic (2012-2013)
Concentration of PM10 (2012-2013)	0.16	0.01	0.16	0.13
Concentration of NO <sub>2</sub> (2012-2013)	0.36†	0.26	0.29*	0.36†
Concentration of SO <sub>2</sub> (2012-2013)	0.10	0.13	0.34†	0.12

\* Pearson correlation test ( $p<0.05$ )

† Pearson correlation test ( $p<0.01$ )

### 3.4 고노출지역과 저노출지역의 거주자 천식증상 분석

#### 3.4.1 조사 대상자의 일반적 특성

본 연구는 2012년부터 2013년에 고노출지역과 저노출지역의 서울시 거주자 중 질병관리본부에서 실시한 지역사회건강조사에 참여한 인원인 36,596명을 조사 대상으로 선정하였으며, 그 중 고노출지역에 거주하는 사람은 11,793명이었으며, 이 중 남자는 5,733명, 여자는 6,060명으로 집계되었다. 저노출지역에 거주하는 사람은 24,803명이었으며, 남자는 11,885명, 여자는 12,918명으로 관찰되었다.

##### 3.4.1.1 운동성 천식 증상자의 일반적 특성

운동성 천식 증상 대상자는 운동성 천식 문항에 모름 및 응답 거부한 12명을 제외한 36,584명을 대상으로 하였으며, 운동성 천식 증상자는 고노출지역에서 319명이고, 저노출지역에서 604명이다.

연령으로는 고노출지역의 75세 이상의 사람들에게서 운동성 천식 증상자 비율이 6.85%(27명)로 다른 연령에 비하여 통계적으로 유의하게( $p < 0.001$ ) 높았다. 저노출지역에서는 65세부터 75세 사이의 인구에서 운동성 천식 증상자 비율이 4.20%(103명)로 통계적으로 유의하게( $p < 0.001$ ) 가장 높았다. 성별으로는 고노출지역에서 운동성 천식 증상자 중 남성이 2.70%(155명), 여성이 2.71%(164명)이며 저노출지역에서는 남성이 2.38%(283명), 여성이 2.49%(321명)으로 두 노출지역에서 모두 성별에 따라 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 체질량 지수(BMI)의 경우 고노출지역에서 운동성 천식 증상자 비율은 비만 2단계( $30\text{Kg/m}^2$  이상)에서 6.04%(16명)로 가장 높았으며, 저노출지역에서도 비만 2단계에서 4.71%(33명)으로 가장 높았다. 흡연여부에서는 고노출지역의

경우 현재 흡연중인 사람이 4.01%(99명)로 운동성 천식 증상자 비율이 가장 높은 것으로 나타났으며, 저노출지역의 경우에서도 3.11%(171명)으로 현재 흡연중인 그룹에서 가장 높은 분포로 관찰되었다. 음주여부에서는 고노출지역과 저노출지역 모두 음주를 하지 않는 대상자에게서 운동성 천식 증상자 비율이 높았다. 운동량에서는 고노출지역의 경우 운동성 천식을 경험한 사람들은 걷기 운동과 중등도 운동을 하는 일 수는 통계적으로 유의하게( $p < 0.05$ ) 적었으며, 격렬한 운동을 하는 일 수에서는 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 반면 저노출지역에서 운동성 천식을 경험한 사람들은 걷기, 중등도, 격렬한 운동하는 일 수에서 차이가 없었다. 교육수준에서는 고노출지역의 경우 중졸 이하 학력을 가진 대상자가 운동성 천식 대상자 비율이 4.43%(76명)로 가장 높게 나타났으며, 저노출지역의 경우에도 중졸 이하 학력을 가진 대상자가 3.72%(172명)로 운동성 천식 대상자 비율이 통계적으로 유의하게( $p < 0.001$ ) 높은 것으로 관찰 되었다(Table 13).

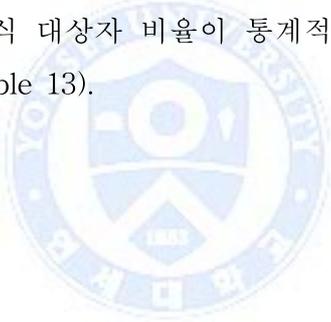


Table 13. Baseline characteristics of study population (exercise induced asthma)

n(%)	Total n=36,584					
	Heavy traffic district (n=11,789)			Low traffic district (n=24,795)		
	Asthma	Non-Asthma	p-value	Asthma	Non-Asthma	p-value
	319 (2.71)	11,470 (97.29)		604 (2.44)	24,191 (97.56)	
Age(years)*			<0.001			<0.001
19≤Age<45	170 (2.76)	5,982 (97.24)		270 (2.11)	12,511 (97.89)	
45≤Age<65	81 (1.93)	4,108 (98.07)		195 (2.24)	8,495 (97.76)	
65≤Age<75	41 (3.89)	1,013 (96.11)		103 (4.20)	2,349 (95.80)	
75≤Age	27 (6.85)	367 (93.15)		36 (4.13)	836 (95.87)	
Sex*			>0.05			>0.05
Male	155 (2.70)	5,577 (97.30)		283 (2.38)	11,597 (97.62)	
Female	164 (2.71)	5,893 (97.29)		321 (2.49)	12,594 (97.51)	
BMI*			<0.05			<0.001
Normal	164 (2.54)	6,298 (97.46)		295 (2.24)	12,873 (97.76)	
Overweight	84 (3.07)	2,655 (96.93)		122 (2.23)	2,359 (97.77)	
Obesity 1	55 (2.37)	2,268 (97.63)		154 (2.83)	5,292 (97.17)	
Obesity 2	16 (6.04)	249 (93.96)		33 (4.71)	667 (95.29)	
Smoking*			<0.001			<0.001
Current	99 (4.01)	2,372 (95.99)		171 (3.11)	5,327 (96.89)	
Former	51 (2.46)	2,023 (97.54)		101 (2.42)	4,073 (97.58)	
Never	169 (2.33)	7,074 (97.67)		332 (2.20)	14,787 (97.80)	
Alcohol drinking*			>0.05			<0.001
Yes	269 (2.63)	9,959 (97.37)		486 (2.29)	20,776 (97.71)	
No	50 (3.20)	1,511 (96.80)		118 (3.34)	3,415 (96.66)	
Exercise(day)†						
Walking	4.67 ± 2.57	5.02 ± 2.50	<0.05	4.82 ± 4.59	5.04 ± 2.80	>0.05
Moderate	0.80 ± 1.59	1.02 ± 2.25	<0.05	1.03 ± 1.79	1.05 ± 2.80	>0.05
Intense	0.74 ± 1.58	0.86 ± 2.26	>0.05	0.76 ± 1.46	0.81 ± 2.49	>0.05
Education*			<0.001			<0.001
Middle school	76 (4.43)	1,640 (95.57)		172 (3.72)	4,446 (96.28)	
High school	67 (2.37)	2,761 (97.63)		177 (2.44)	7,075 (97.56)	
University	176 (2.43)	7,069 (97.57)		255 (1.97)	12,670 (98.03)	
House income*			<0.001			<0.001
Quartile 1	96 (4.70)	1,945 (95.30)		214 (3.89)	5,290 (96.11)	
Quartile 2	73 (2.57)	2,780 (97.43)		170 (2.35)	7,049 (97.65)	
Quartile 3	84 (1.90)	4,009 (98.10)		170 (2.05)	8,117 (97.95)	
Quartile 4	66 (2.36)	2,736 (97.64)		50 (1.32)	3,735 (98.68)	

\* Chi-square test

† T-test

### 3.4.1.2 최근 1년간 천식 증상자의 일반적 특성

최근 1년간 천식 증상 대상자는 최근 1년간 천식 문항에 모름 및 응답 거부한 7명을 제외한 36,589명을 대상으로 하였으며, 최근 1년간 천식 증상을 겪은 대상자는 고노출지역에서 344명이고, 저노출지역에서 719명이다.

연령으로는 고노출지역의 75세 이상의 사람들에게서 최근 1년간 천식 증상을 경험한 비율이 8.12%(32명)로 다른 연령에 비하여 통계적으로 유의하게( $p<0.001$ ) 높았고, 저노출지역에서도 75세 이상의 사람들에게서 최근 1년간 천식 증상을 경험한 비율이 6.53%(57명)로 통계적으로 유의하게( $p<0.001$ ) 높았다. 성별으로는 고노출지역의 최근 1년간 천식 증상을 경험한 남성의 비율이 3.04%(174명), 여성의 경우에는 2.81%(170명)으로 성별에 따른 통계적으로 유의한 차이를 관찰할 수 없었으며, 저노출지역의 경우 남성이 2.48%(283명)이고, 여성이 2.48%(321명)으로 나타났으며, 성별에 따른 통계적으로 유의한 차이가 관찰되지 않았다. 체질량지수(BMI)에서는 고노출지역의 경우 최근 1년간 천식 증상 비율은 비만 2단계( $30\text{Kg/m}^2$  이상)에서 6.39%(17명)로 가장 높은 비율로 나타났으며, 저노출지역의 경우에도 비만 2단계에서 5.14%(36명)으로 최근 1년간 천식 증상을 경험한 사람들의 비율이 가장 높은 것으로 관찰되었다. 흡연여부에서는 고노출지역의 경우 최근 1년간 천식 증상을 경험한 사람들이 현재 흡연중인 그룹에서 4.65%(115명)로 가장 높은 분포를 보이고 있었으며, 저노출지역의 경우에서도 흡연중인 그룹에서 4.53%(249명)으로 가장 높은 분포로 관찰되었다. 음주여부에서는 고노출지역과 저노출지역 모두 음주를 하지 않는 대상자가 최근 1년간 천식 비율이 통계적으로 유의하게( $p<0.05$ ) 높았다. 운동량에서는 고노출군의 경우 최근 1년간 천식 증상을 경험한 사람들은 경험하지 않은 사람들보다 통계적으로 유의하게 걷기 운동( $p<0.001$ )과 중등도 운동( $p<0.05$ )을 적게 하였고, 격렬한 운동을 하는 일 수에서는 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 저노출지역에서는 최근 1년간 천식 증상을 경험한 사람들은 격렬한 운동의 경우, 격렬한 운동( $p<0.001$ )을 적게 하는 것으로 나타

났으며, 걷기, 중등도 운동에서는 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 교육수준에서는 고노출지역의 경우 중졸 이하 학력을 가진 대상자가 최근 1년간 천식 증상을 경험한 대상자 비율이 6.17%(106명)로 가장 높게 나타났으며, 저노출 지역의 경우에도 중졸 이하 학력을 가진 대상자가 5.24%(242명)로 최근 1년간 천식 증상을 경험한 대상자 비율이 가장 높은 것으로 관찰 되었다(Table 14).



Table 14. Baseline characteristics of study population (asthma symptom in lately 1 year)

Total n=36,589						
	Heavy traffic district (n=11,791)			Low traffic district (n=24,798)		
	Asthma	Non-Asthma	p-value	Asthma	Non-Asthma	p-value
n(%)	344 (2.92)	11,447(97.08)		719 (2.90)	24,079 (97.10)	
Age(years)*			<0.001			<0.001
19≤Age<45	140 (2.28)	6,013 (97.72)		268 (2.10)	12,515 (97.90)	
45≤Age<65	113 (2.70)	4,077 (97.30)		246 (2.83)	8,445 (97.17)	
65≤Age<75	59 (5.60)	995 (94.40)		148 (6.04)	2,303 (93.96)	
75≤Age	32 (8.12)	362 (91.88)		57 (6.53)	816 (93.47)	
Sex*			>0.05			>0.05
Male	174 (3.04)	5,558 (96.96)		362 (3.05)	11,521 (96.95)	
Female	170 (2.81)	5,889 (97.19)		357 (2.76)	12,558 (97.24)	
BMI*			0.001			<0.001
Normal	166 (2.57)	6,296 (97.43)		327 (2.48)	12,841 (97.52)	
Overweight	90 (3.28)	2,650 (96.72)		161 (2.94)	5,321 (97.06)	
Obesity 1	71 (3.06)	2,252 (96.94)		195 (3.58)	5,253 (96.42)	
Obesity 2	17 (6.39)	249 (93.61)		36 (5.14)	664 (94.86)	
Smoking*			<0.001			<0.001
Current	115 (4.65)	2,356 (95.35)		249 (4.53)	5,251 (95.47)	
Former	64 (3.09)	2,010 (96.91)		119 (2.85)	4,056 (97.15)	
Never	165 (2.28)	7,080 (97.72)		351 (2.32)	14,768 (97.68)	
Alcohol drinking*			<0.05			<0.001
Yes	285 (2.79)	9,945 (97.21)		561 (2.64)	20,701 (97.36)	
No	59 (3.78)	1,502 (96.22)		158 (4.47)	3,378 (95.53)	
Exercise(day)†						
Walking	4.53 ± 2.61	5.03 ± 2.49	<0.001	4.91 ± 5.57	5.04 ± 2.74	>0.05
Moderate	0.76 ± 1.55	1.02 ± 2.25	<0.05	1.06 ± 1.88	1.04 ± 2.73	>0.05
Intense	0.90 ± 1.80	0.85 ± 2.26	>0.05	0.61 ± 1.40	0.82 ± 2.49	<0.001
Education*			<0.001			<0.001
Middle school	106 (6.17)	1,611 (93.83)		242 (5.24)	4,375 (94.76)	
High school	85 (3.01)	2,743 (96.99)		218 (3.01)	7,036 (96.99)	
University	153 (2.11)	7,093 (97.89)		259 (2.00)	12,668 (98.00)	
House income*			<0.001			<0.001
Quartile 1	105 (5.14)	1,936 (94.86)		277 (5.03)	5,229 (94.97)	
Quartile 2	82 (3.14)	2,527 (96.86)		173 (2.63)	6,404 (97.37)	
Quartile 3	71 (2.05)	3,399 (97.95)		154 (2.16)	6,972 (97.84)	
Quartile 4	67 (2.39)	2,736 (97.61)		69 (1.82)	3,716 (98.18)	

\* Chi-square test

† T-test

### 3.4.1.3 의사 천식 진단자의 일반적 특성

의사 천식대상자는 의사 천식 진단 문항에 모름 및 응답 거부한 6명을 제외한 36,590명을 대상으로 하였으며, 의사 천식 진단자는 고노출지역에서 296명이고, 저노출지역에서 622명으로 관찰되었다.

연령으로는 고노출지역의 75세 이상의 사람들에게서 의사 천식 진단자의 비율이 7.87%(31명)로 다른 연령에 비하여 통계적으로 유의하게( $p < 0.001$ ) 높았으며, 저노출지역에서도 75세 이상의 사람들에게서 의사 천식 진단자 비율이 5.50%(48명)로 통계적으로 유의하게 높았다( $p < 0.001$ ). 성별으로는 고노출지역의 의사 천식 진단자 중 남성의 비율이 2.42%(139명)의 분포를 보이고 있었으며, 여성의 경우에는 2.59%(157명)으로 성별에 따른 통계적으로 유의한 차이를 관찰할 수 없었다. 남성의 비율이 2.34%(278명)이고, 여성이 2.66%(344명)으로 성별에 따른 통계적으로 유의한 차이가 관찰되지 않았다. 체질량지수(BMI)에서는 고노출지역의 경우 의사 천식 진단자 비율이 비만 2단계( $30\text{Kg/m}^2$  이상)에서 7.14%(19명)로 가장 높은 비율로 나타났으며, 저노출지역의 경우에도 비만 2단계에서 4.14%(29명)으로 의사 천식 진단자 비율이 가장 높은 것으로 관찰되었다. 흡연여부에서는 고노출지역의 경우 통계적으로 유의한 차이를 관찰할 수 없었으며, 저노출지역의 경우에는 과거 흡연하였던 대상자에게서 의사 천식 진단자가 비율이 3.07%(128명)으로 통계적으로 유의하게( $p < 0.05$ ) 높은 것으로 관찰되었다. 음주여부에서는 고노출지역과 저노출지역 모두 음주를 하지 않는 경우, 의사 천식 진단자 비율이 높았다. 운동량에서는 고노출군의 경우 의사 천식 진단자가 통계적으로 유의하게 걷기 운동( $p < 0.001$ )을 적게 하였으며, 중등도 운동과 격렬한 운동을 하는 일 수에서는 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 저노출지역에서는 의사 천식 진단자가 통계적으로 유의하게 격렬한 운동( $p < 0.001$ )을 적게 하는 것으로 나타났으며, 걷기, 중등도 운동에서는 통계적으로 유의한 차이를 관찰할 수 없었다. 교육수준에서는 고노출지역의 경우 중졸 이하 학력을 가진 대상자가 의사 천식 진단자

비율이 4.66%(80명)로 가장 높게 나타났으며, 저노출지역의 경우에도 중졸 이하 학력을 가진 대상자가 4.26%(197명)로 의사 천식 진단자 비율이 상대적으로 높은 것으로 관찰 되었다(Table 15).



Table 15. Baseline characteristics of study population (asthma doctors diagnosis)

	Total n=36,590					
	Heavy traffic district (n=11,792)			Low traffic district (n=24,798)		
	Asthma	Non-Asthma	p-value	Asthma	Non-Asthma	p-value
n(%)	296 (2.51)	11,496 (97.49)		622 (2.51)	24,176 (97.49)	
Age(years)*			<0.001			<0.001
19≤Age<45	124 (2.01)	6,030 (97.99)		272 (2.13)	12,511 (97.87)	
45≤Age<65	90 (2.15)	4,100 (97.85)		183 (2.11)	8,509 (97.89)	
65≤Age<75	51 (4.84)	1,003 (95.16)		119 (4.86)	2,331 (95.14)	
75≤Age	31 (7.87)	363 (92.13)		48 (5.50)	825 (94.50)	
Sex*			>0.05			>0.05
Male	139 (2.42)	5,593 (97.58)		278 (2.34)	11,605 (97.66)	
Female	157 (2.59)	5,903 (97.41)		344 (2.66)	12,571 (97.34)	
BMI*			<0.001			0.001
Normal	133 (2.06)	6,330 (97.94)		304 (2.31)	12,863 (97.69)	
Overweight	76 (2.77)	2,665 (97.23)		127 (2.32)	5,355 (97.68)	
Obesity 1	68 (2.93)	2,254 (97.07)		162 (2.97)	5,287 (97.03)	
Obesity 2	19 (7.14)	247 (92.86)		29 (4.14)	671 (95.86)	
Smoking*			>0.05			<0.05
Current	69 (2.79)	2,402 (97.21)		134 (2.44)	5,366 (97.56)	
Former	56 (2.70)	2,018 (97.30)		128 (3.07)	4,047 (96.93)	
Never	171 (2.36)	7,075 (97.64)		360 (2.38)	14,759 (97.62)	
Alcohol drinking*			<0.05			<0.001
Yes	244 (2.38)	9,988 (97.62)		503 (2.37)	20,757 (97.63)	
No	52 (3.33)	1,508 (96.67)		119 (3.36)	3,419 (96.64)	
Exercise(day)†						
Walking	4.46 ± 2.71	5.02 ± 2.49	<0.001	4.98 ± 4.52	5.04 ± 2.80	>0.05
Moderate	0.93 ± 1.72	1.02 ± 2.25	>0.05	1.27 ± 4.39	1.04 ± 2.73	>0.05
Intense	1.00 ± 1.81	0.85 ± 2.26	>0.05	0.59 ± 1.39	0.82 ± 2.49	<0.001
Education*			<0.001			<0.001
Middle school	80 (4.66)	1,637 (95.34)		197 (4.26)	4,422 (95.74)	
High school	63 (2.23)	2,765 (97.77)		154 (2.12)	7,100 (97.88)	
University	153 (2.11)	7,094 (97.89)		271 (2.10)	12,654 (97.90)	
House income*			<0.001			<0.001
Quartile 1	85 (4.16)	1,957 (95.84)		209 (3.80)	5,296 (96.20)	
Quartile 2	68 (2.61)	2,540 (97.39)		155 (2.36)	6,423 (97.64)	
Quartile 3	58 (1.67)	3,413 (98.33)		154 (2.16)	6,971 (97.84)	
Quartile 4	70 (2.50)	2,733 (97.50)		68 (1.80)	3,717 (98.20)	

\* Chi-square test

† T-test

### 3.4.2 노출지역에 따른 운동성 천식 증상의 보정교차비

Table 16.는 전체대상자의 고노출지역과 저노출지역의 운동성 천식 증상에 대한 교차비를 보정 전과 보정 후를 비교 분석한 것이다. 보정 전 운동성 천식 증상의 경우 저노출지역에 비해 고노출지역의 교차비는 1.114 (95% CI: 0.971-1.278)로 통계적으로 유의하지 않았으며, 성별과 연령을 보정한 후 저노출지역에 비해 고노출지역의 운동성 천식 증상의 보정교차비는 1.121 (95% CI: 0.977-1.186)로 통계적으로 유의하지 않았으며, 한편 건강행태 특성(흡연, 음주, 체질량지수, 운동량)와 인구사회학적특성(월소득, 교육수준)을 보정한 model 2의 경우, 저노출지역에 비해 고노출지역에서 운동성 천식 증상의 보정 교차비는 1.048 (95% CI: 0.821 - 1.338)로 통계적으로 유의하지 않았다. 저노출지역에 비해 고노출지역의 운동성 천식 증상의 보정교차비의 경우, 보정한 후에도 저노출지역 비해 고노출지역의 천식증상의 교차비는 통계적으로 유의하지 않았다(Table 16).

Table 16. Estimates of the regression coefficients of predicting asthma using a mixed model (exercise induced asthma)

Odds Ratio Estimates		
Effect	Odds ratio	(95% CI)
Crude model	1.114	(0.971 - 1.278)
Model 1	1.121	(0.977 - 1.286)
Model 2	1.048	(0.821 - 1.338)

Crude model : Un-adjust

Model 1 : Adjusted for Sex, Age

Model 2 : Model 1 plus adjusted for BMI, House income, Drinking, Smoking, Exercising, Education

연구 대상자들의 운동성천식 증상에 영향을 미치는 요인을 파악한 결과, 도로교통량 변수인 승용차의 경우 1.047 (95% CI: 0.991-1.105)로 가장 높게 나타났다으나, 통계적으로 유의하지 않았다. 환경 변수의 경우 미세먼지 1.023 (95% CI: 0.971-1.077) > 이산화질소 1.007 (95% CI: 0.969-1.045) > 이산화황 0.840 (95% CI: 0.737-1.010)으로 분석되었으나 통계적으로 유의하지 않았다 (Figure 9).

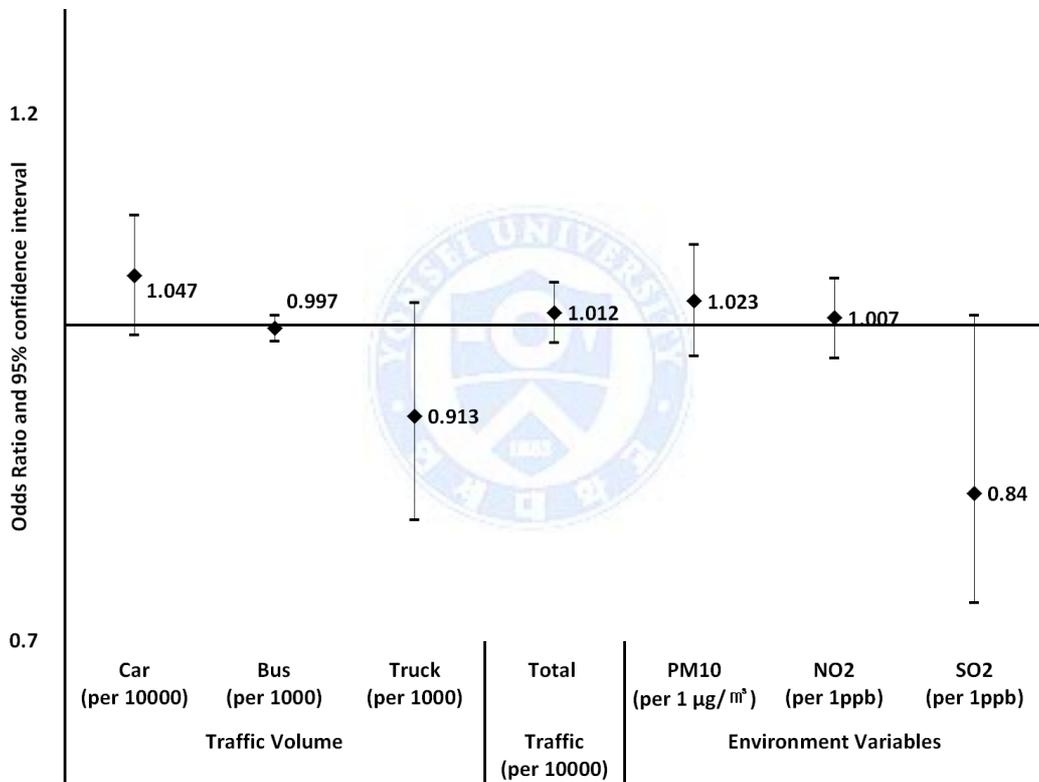


Figure 9. Multi-variate logistic regression analysis of measured air pollutant concentration and traffic volume (exercise induced asthma)

### 3.4.3 노출지역에 따른 최근 1년 중 천식증상의 보정교차비

Table 17.는 전체대상자의 고노출지역과 저노출지역의 최근 1년 중 천식증상에 대한 교차비를 보정 전과 보정 후를 비교 분석한 것이다. 보정 전 저노출지역에 비해 고노출지역에서 최근 1년 중 천식증상의 교차비는 1.006 (95% CI: 0.883-1.147)로 통계적으로 유의하지 않았으며, 성별과 연령을 보정한 저노출지역에 비해 고노출지역에서 최근 1년 중 천식증상 문항의 보정교차비는 증가하였으나, 1.018 (95% CI: 0.893-1.160)로 통계적으로 유의하지 않았으며, 한편 건강행태 특성(흡연, 음주, 체질량지수, 운동량)와 인구사회학적특성(월소득, 교육수준)을 보정한 model 2의 경우, 저노출지역에 비해 고노출지역에서 최근 1년 중 천식증상 문항의 보정교차비는 1.316 (95% CI: 1.042 - 1.662)로 관찰되었으며, 통계적으로 유의하였다( $p < 0.05$ ). 최근 1년 중 천식증상의 보정교차비는 성별과 연령을 보정하였을 때보다, 추가적으로 건강행태특성과 인구사회학적특성과 건강행태 특성을 보정하였을 때 높아지는 것으로 나타났다 (Table 17).

Table 17. Estimates of the regression coefficients of predicting asthma using a mixed model (asthma symptom in lately 1 year)

Odds Ratio Estimates		
Effect	Odds ratio	(95% CI)
Crude model	1.006	(0.883 - 1.147)
Model 1	1.018	(0.893 - 1.160)
Model 2	1.316*	(1.042 - 1.662)

Crude model : Un-adjust

Model 1 : Adjusted for Sex, Age

Model 2 : Model 1 plus adjusted for BMI, House income, Drinking, Smoking, Exercising, Education

\*  $p < 0.05$

연구 대상자들에게 최근 1년 중 천식증상에 영향을 미치는 요인을 파악한 결과, 도로교통량 변수인 화물차의 경우 1.067 (95% CI: 0.957-1.189)로 가장 높게 나타났으나, 통계적으로 유의하지 않았다. 환경 변수의 경우 미세먼지 1.027 (95% CI: 0.976-1.081) > 이산화질소 1.015 (95% CI: 0.978-1.054) > 이산화황 0.990 (95% CI: 0.871-1.126)으로 분석되었으나 통계적으로 유의하지 않았다. 그 밖에도 승용차 교통량과 승합차 교통량, 총 교통량에서 1 보다 높은 보정교차비를 나타냈지만 통계적으로 유의하지 않았다(Figure 10).

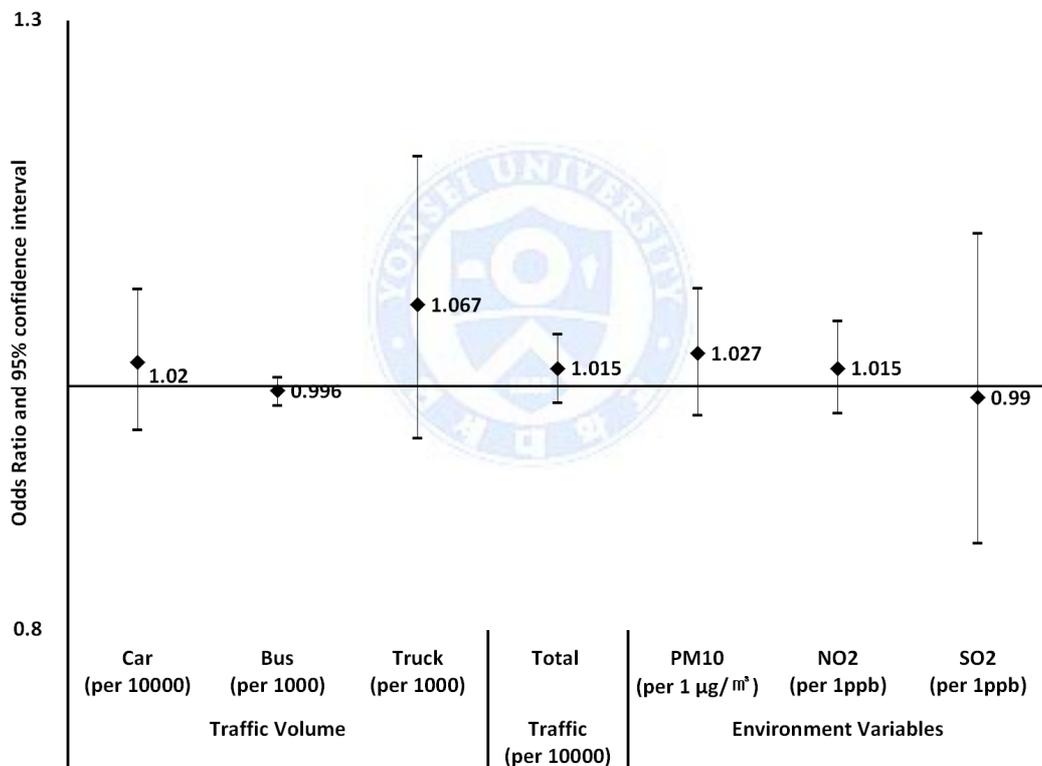


Figure 10. Multi-variate logistic regression analysis of measured air pollutant concentration and traffic volume (asthma symptom in lately 1 year)

### 3.4.4 노출지역에 따른 의사 천식 진단의 보정교차비

Table 18.는 전체대상자의 고노출지역과 저노출지역의 의사 천식 진단에 대한 교차비를 보정 전과 보정 후를 비교 분석한 것이다.

보정 전 저노출지역에 비해 고노출지역의 의사 천식 진단에 대한 교차비는 1.001 (95% CI: 0.870-1.151)로 통계적으로 유의하지 않았으며, 성별과 연령을 보정한 저노출지역에 비해 고노출지역의 의사 천식 진단의 보정교차비는 1.011 (95% CI: 0.879-1.164)로 통계적으로 유의하지 않았으며, 건강행태 특성(흡연, 음주, 체질량지수, 운동량)와 인구사회학적특성(월소득, 교육수준)을 보정한 model 2의 경우, 저노출지역에 비해 고노출지역에서 의사 천식 진단의 보정교차비는 1.624 (95% CI: 1.269-2.077)로 통계적으로 유의하였다( $p<0.001$ ). 또한 보정을 하지 않았을 때보다 보정을 한 후에 전체적인 보정교차비가 높아지는 것으로 관찰되었다(Table 18).

Table 18. Estimates of the regression coefficients of predicting asthma using a mixed model. (asthma doctors diagnosis)

Odds Ratio Estimates		
Effect	Odds ratio	(95% CI)
Crude model	1.001	(0.870 - 1.151)
Model 1	1.011	(0.879 - 1.164)
Model 2	1.624*	(1.269 - 2.077)

Crude model : Un-adjust

Model 1 : Adjusted for Sex, Age

Model 2 : Model 1 plus adjusted for BMI, House income, Drinking, Smoking, Exercising, Education

\*  $p<0.001$

연구 대상자들에게 의사 천식 진단에 영향을 미치는 요인을 파악한 결과, 총 도로교통량의 경우 일평균 10,000대가 늘어날 경우 통계적으로 유의하게 ( $p<0.05$ ) 의사 천식 진단의 보정교차비가 3.7% 증가하는 것으로 나타났으며, 이산화질소가 1ppb 증가할 경우 통계적으로 유의하게( $p<0.05$ ) 의사 천식 진단의 보정교차비가 3.8% 증가하는 것으로 나타났다(Figure 11).

한편 도로교통량 변수에서는 승용차 교통량 1.036 (95% CI: 0.979-1.096) > 화물차 교통량 1.023 (95% CI: 0.912-1.147) > 버스 교통량 1.067 (95% CI: 0.957-1.189)으로 분석되었으나 통계적으로 유의하지 않았다. 환경 변수의 경우, 환경 변수의 경우 이산화질소 1.038 (95% CI: 1.000-1.080) > 이산화황 1.015 (95% CI: 0.885-1.163) > 미세먼지 0.979 (95% CI: 0.924-1.032)으로 분석되었으나 통계적으로 유의하지 않았다(Figure 11).

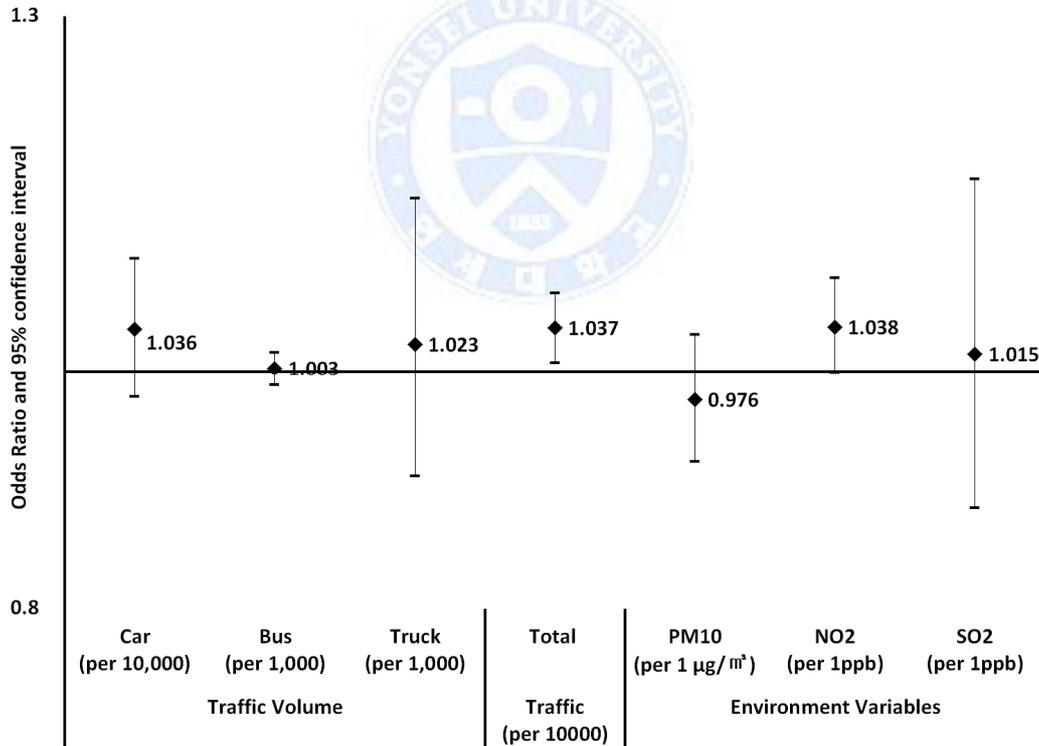


Figure 11. Multi variate logistic regression analysis of measured air pollutant concentration and traffic volume (asthma doctors diagnosis)

## IV. 고 찰

한국 성인 천식의 진료 지침에 의하면, 현대인이 천식의 발병 요인으로는 크게 숙주인자와 환경인자로 구분되고 있으며, 숙주인자로는 비만, 성별, 유전인자가 있으며, 환경인자로는 담배연기, 대기오염, 식습관, 감염 등이 있다고 한다(만성기도폐쇄성질환 임상연구센터 등, 2011).

그 중에서 지역사회 이상의 규모에서의 영향을 미치는 환경요인으로는 지구 온난화가 있다. 전 세계 온실가스 배출량의 증가는 직접적으로 식물의 성장기간을 늘리고, 성장속도를 촉진시켰으며, 지구 평균 기온의 증가는 꽃의 생장에 관여하여, 새로운 품종의 식물의 노출을 확대되게 하였다(Wayne et al., 2002), 그리고 강우량의 증가를 일으켜 습한 주거환경에 의한 곰팡이 포자와 같은 실내항원을 늘리게 하였다(Fisk et al., 2007). 결과적으로 대기 중에 곰팡이 포자나 꽃가루와 같은 알레르기성 물질의 노출이 증가되면서 천식과 같은 알레르기성 질환을 악화시킬 수 있다고 한다(Cecchi et al., 2010).

개인의 규모에서 영향을 미치는 환경요인으로는 식습관이 있다. 식습관은 인체 방어기제와 관련된 여러 구성성분의 감소를 일으켜 천식에 영향을 줄 수 있다고 한다. 국내에서 식이를 통한 항산화영양소 섭취 수준과 ‘의사천식진단’을 연구한 결과 의사천식진단자의 경우 비타민 C를 대조군보다 더 적게 섭취하는 것으로 나타났으며, ‘일생천명경험’의 교차비 또한 식이를 통한 비타민 C 섭취가 줄어들어 따라 증가하는 것으로 나타났다(박명숙, 2014). 국외 연구에 의하면, 해산물과 과일, 야채, 우유의 섭취율이 증가할수록 천식증상의 발생이 크게 감소한다고 보고되었고(Romieu et al., 2001; Hijazi, 2000), 한편, 타이완에서의 연구(Huey-jen et al., 2013)에서는 교통량 고노출지역 어린이를 대상으로 미세먼지(PM10)와 천식증상과 비타민 E 섭취에 대한 연구를 수행한 결과, 비타민 E를 많이 섭취하면 천식에 보호효과를 나타내는 결과를 보인바 있으며, 멕시코에서는(Romieu et al., 2009) 대기오염이 심한 곳에 거주하는 천식 어린이의 경우 과일을 많이 섭취하고, 지중해식 식단을 유지함에 따라 폐 천

식 어린이의 폐 기능과 기도염증이 완화되는 결과를 보여 천식과 같은 알레르기 질환에는 식습관이 중요한 변수로 작용될 수 있다는 것을 보여주었다.

이렇듯 천식은 지역사회와 개인 등 다양한 규모에서 복합적으로 영향을 미칠 수 있으므로 대기오염의 변수의 영향을 관찰하기 위해서는 적절한 설명 변수들을 고려하는 것이 필요하다. 지역사회건강조사에서는 지역사회의 거주자들의 기본적인 건강수준을 모니터링하기 위한 평가로써 식품섭취 및 생활습관에 대한 다양한 문항을 다루지 않지만, 향후 식품섭취행태 및 개인별 생활습관에 대한 더 구체적인 변수들을 함께 고려한다면, 더 객관성있는 연구가 수행될 수 있을 것으로 생각된다. 또한 천식은 어린이와 같은 취약계층의 영향이 상대적으로 다른 연령에 비해 크므로(Kim et al, 2003) 만 19세 이하의 대상자도 고려할 수 있는 연구가 수행이 필요하다고 사료된다.

앞서 서론에서 언급하였듯이, 우리나라 수도권은 국토 면적의 12%인 것에 비해 총 인구의 40% 이상이 살고 있고, 자동차 등록대수 또한 47% 이상이 집중되어 있어 도로이동오염원에 대한 대기오염이 심각한 수준으로 평가되어지고 있다(국립환경과학원, 2014). 도로이동오염원으로부터 배출되는 주요 대기오염물질은 본 연구에서 다룬 미세먼지, 이산화질소, 이산화황 이외에도 휘발성유기화합물(VOCs)이 수도권 전체 배출량 중 도로이동오염원 배출량에서 10.7%를 차지하고 있고, 암모니아(NH<sub>3</sub>)의 경우에도 수도권 전체 배출량 중 도로이동오염원에 의한 배출량에서 8.3%를 차지하고 있어(국립환경과학원, 2012) 본 연구에서 다룬 대기오염물질(PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>) 이외에 다양한 도로이동오염원 배출물질에 대한 검토가 필요하다.

디젤엔진 배출물질은 국제암연구소에서 발암 1등급으로 분류한 대표적인 대기오염물질이다(IARC, 2012). 디젤 배출기관에서 발생된 물질은 입자상물질, 질소산화물, 황산화물을 포함하여 탄화수소에 이르기까지 매우 다양하게 방출되며, 입자의 크기가 매우 작기 때문에 쉽게 폐 속 깊숙이 침투하여 국소적 또는 전신적인 건강영향을 줄 수 있다. 역학 연구에 의하면 다른 입자상물질과 달리 디젤엔진에서 배출된 먼지입자에 붙어있는 다양한 유해인자들 때문에

직접적인 염증반응을 유발시킬 수 있어, 같은 양에 노출되어도 인체영향 더 크다고 보고되고 있다(Nordenhall et al, 2000; Diaz-Sanchez et al., 2003). 또한 국립환경과학원의 차종별 배출계수 특성 연구 결과에 따르면 질소산화물의 배출계수는 유종, 연식에 따라 달라지지만, 일반적으로 같은 크기의 차량일지라도 가솔린 엔진보다 경유를 연료로 하는 차량의 배출계수는 15배 이상 높게 나타났다. 디젤엔진 배출물질은 다른 대기오염물질보다 노출 시 인체영향이 크게 작용할 수 있고, 배출되는 양도 다른 유종보다 크다. 하지만, 환경적으로 악영향을 주는 국내 디젤차량의 등록대수는 2003년에 538만 대로 전체 자동차 등록대수의 34.7%에서 2013년에 739만 대로 전체 자동차 등록대수의 38.1%를 차지하여 꾸준히 늘어나고 있어 문제점은 커지고 있다. 본 연구에서는 차종별 교통량을 산정하였으나, 향후 연구에서 자동차 연료별 교통량을 산정한다면, 신뢰성 있는 오염원자료를 구축 할 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구의 제한점으로는 단면 연구로서 환경노출과 질병과의 시간적 전후 관계를 명확히 알 수 없다는 것이다. 또한 도로교통량 자료의 경우, 통행 배정이 차량을 기준으로 산출되었기 때문에 교통량이 과대평가될 수 있으며, 공회전 중인 차량과 행정구역내 이동하는 존(Zone) 단위 이하의 가까운 거리의 도로교통량이 취급되어지지 않은 불확실성이 있다. 그리고 대상자의 경우, 거주지역을 기준으로 지역을 구분하였으므로, 실내인구 및 유동인구에 대해 충분히 고려하지 못한 단점이 있다.

하지만 본 연구 결과는 도로교통량이 밀집된 국소한 지역의 대기 측정 농도와 대로변 도로교통량의 영향을 평가하는 기존 연구의 단점을 보완하여 서울시 행정구역 전체를 고려할 수 있고, 표본 수가 많은 장점이 있다. 향후 폭넓은 변수를 다루고 있는 조사자료 통하여 행정구역별 도로교통량의 영향을 평가하게 된다면 교통밀집지역의 교통집중억제 정책 및 도시 대기 환경 정책의 기초자료 등으로 활용 될 수 있을 것으로 기대된다.

## V. 결 론

본 연구에서는 서울시를 전체 행정구역을 대상으로 대기측정망 자료, 도로교통량자료를 통해 행정구역별 도로교통량과 도로교통량( $\text{NO}_2$ ,  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{SO}_2$ )의 상관관계를 관찰하고자 하였으며, 도로교통량의 노출에 따른 행정구역별 대상자의 천식증상과의 영향을 정량적으로 평가하고자 하였으며 연구결과는 다음과 같다.

첫째, 교통량 저노출지역에 비해 고노출지역은 계절별, 시간별로 이산화질소( $\text{NO}_2$ ), 이산화황( $\text{SO}_2$ ) 농도가 통계적으로 유의하게( $p < 0.01$ ) 높은 것으로 나타났다.

둘째, 행정구역별 도로교통량과 대기오염물질 농도 간의 상관관계를 분석한 결과, 출근 시간인 오전침두시간(07:00-09:00)에는 통계적으로 유의한 상관관계를 관찰 할 수 없었으며, 퇴근 시간인 오후침두시간(18:00-20:00)에 이산화질소의 경우 승용차 교통량과 통계적으로 유의한( $p < 0.05$ ) 양의 상관관계를 관찰 할 수 있었다. 또한, 일평균 대기측정망 환경농도와 일평균 도로교통량과의 상관관계 분석 결과, 이산화질소는 승용차 교통량과 총 교통량과 통계적으로 유의한( $P < 0.01$ ) 양의 상관관계를 관찰 할 수 있었으며, 화물차 교통량과도 통계적으로 유의한( $p < 0.05$ ) 양의 상관관계로 나타났다. 이산화황은 화물차 교통량과 통계적으로 유의한( $p < 0.01$ ) 양의 상관관계로 나타났다.

셋째, 로지스틱 회귀분석을 통해 고노출지역과 저노출지역의 운동성 천식 진단에 대한 보정교차비를 분석한 결과, 보정 전 로지스틱 모형과, 성별과 연령을 보정한 모형(Model 1)과, 추가로 건강행태 특성과 인구사회학적인 특성을 보정한 모형(Model 2)에서 모두 1 보다 큰 보정교차비를 나타냈지만, 통계적으로 유의하지 않았다.

넷째, 로지스틱 회귀분석을 통해 고노출지역과 저노출지역의 최근 1년 중 천식증상의 보정교차비를 분석한 결과, 보정 전 로지스틱 모형과, Model 1에서는 통계적으로 유의한 보정교차비를 관찰 할 수 없었으나, 한편 건강행태 특성과 인구사회학적인 특성을 보정할 경우(Model 2) 저노출지역에 비해서 고노출지역 대상자는 1년 중 천식증상의 보정교차비는 1.316(95% CI: 1.042 - 1.662)으로 통계적으로 유의하였다( $p < 0.05$ ).

다섯째, 로지스틱 회귀분석을 통해 고노출지역과 저노출지역의 의사 천식진단의 보정교차비를 분석한 결과, 보정 전 로지스틱 모형과, Model 1에서는 통계적으로 유의한 보정교차비를 관찰 할 수 없었으나, 건강행태 특성과 인구사회학적인 특성을 보정한 보정교차비(Model 2)가 1.624 (95% CI: 1.269 - 2.077)로 나타났으며, 통계적으로 유의하였다( $p < 0.001$ ). 또한 총 도로교통량의 경우 일평균 10,000대가 증가할 경우, 통계적으로 유의하게( $p < 0.05$ ) 의사 천식 진단의 보정교차비가 3.7% 증가하는 것으로 나타났으며, 이산화질소가 1ppb 증가할 경우 통계적으로 유의하게( $p < 0.05$ ) 의사 천식 진단의 보정교차비가 3.8% 증가하는 것으로 나타났다.

이상의 연구결과를 종합하여 볼 때, 교통량 저노출지역에 비해 고노출지역의 경우 의사 천식 진단율, 최근 1년간 천식증상의 보정교차비가 1을 초과하는 것을 확인할 수 있었고, 교통관련 대기오염물질인 이산화질소 농도의 증가가 의사 천식 진단율을 증가 시키는 것을 확인할 수 있었다. 또한 교통관련 대기오염물질인 이산화질소의 일평균 농도와 양의 상관관계가 있는 총 교통량 역시 의사 천식 진단율을 증가시키는 것을 확인할 수 있었다. 대기오염은 모든 사람들에게 피할 수 없는 잠재적 위험을 줄 수 있다는 점에서 환경보건적으로 관리가 우선시 되는 오염이다. 최근 이러한 필요성에 따라 대기오염원에 대한 연구가 다양하게 수행되고 있으나, 짧은 기간 국소적인 장소에서의 도로교통량과 대기오염농도와의 관계에는 풍향, 지리적 환경, 기후특성, 온도, 습도

등에 따라서 매우 가변적으로 노출에 영향을 받을 수 있는 문제점이 있다. 향후 이러한 문제점을 극복하기 위해 다중 측정지점에서 장기간 측정한 자료를 바탕으로 도로교통량과 교통관련 오염물질 농도와 거주자 질환과의 관계를 객관적으로 분석할 수 있는 연구가 수행되어야 할 것이다.



## 참 고 문 헌

- 국토교통부. 국토교통통계연보. 2014.
- 국립환경연구원. 대기환경연보. 환경부 2013.
- 국립환경과학원. 도로교통량 밀집지역의 자동차 대기오염 영향연구. 환경부 2012.
- 한국교통연구원. 2014년 「국가교통조사 및 DB구축사업」 요약보고서. 국토교통부 2014.
- 환경부. 대기오염측정망 설치·운영지침. 2011.
- 환경부. 2014 환경백서. 2014.
- 질병관리본부. 2013 지역사회건강조사 원시자료 이용지침서. 2013.
- 대한 천식 및 알레르기 학회, 만성기도폐쇄성질환 임상연구센터. 한국 성인 천식의 진료 지침:2011년 개정판. 2011.
- 신동천. 미세먼지의 건강영향. 대한의사협회지 2007;50(2):175-82.
- 이승복. 자동차 배출가스에 의한 도로변의 대기오염 특성. 2008 한국자동차공학회 창립 30주년 기념 학술대회 논문집 2008:298-02.
- 배귀남. 서울 도심지역 도로변의 자동차 배출 대기오염물질의 오염 특성. KSAE 부문종합 학술대회 2009;340-45.
- 장원재. 통과 교통 자료를 활용한 노측조사 기반의 기종점 통행량 추정모형 개발. 교통연구 2009;1(14):14.
- 우왕희. 공공데이터를 이용한 기종점 통행량 추정방안 연구 [석사학위 논문]. 서울: 명지대학교 대학원; 2014.
- 박명숙. 어린이에서 항산화 식이섭취가 교통관련 대기오염으로 인한 천식발생에 미치는 영향 [박사학위 논문]. 서울: 인하대학교 대학원; 2014.
- 김영택, 최보율, 이계오, 김호, 전진호, 김수영, 이덕형, 김윤아, 임도상, 강양화, 이태영, 김정숙, 조현, 김유진, 고윤실, 서순려, 박노례, 이종구. 지역사회 건강조사의 조사 기획과 수행. 대한의사협회지 2012;55(1):74-83.

- 장윤석. 한국 성인 천식의 진료지침. 2012년 제63차 대한내과학회 추계학술대회. 2012.
- 조일형, 주희진, 권기현. 서울시 대기오염물질이 환경성 질환자 증가에 미치는 영향 분석, 서울도시연구 제14권 제2호. 2013.
- IARC. IARC: Diesel Engine Exhaust Carcinogenic. Press Release No 213 [Online]. Available: [http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2012/pdfs/pr213\\_E.pdf](http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2012/pdfs/pr213_E.pdf). 2012.
- WHO. IARC News. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. 2012.
- WHO. Guideline for air quality; EU, 1997.
- Bateman ED, Hurd SS, Barnes PJ, Bousquet J, Drazen JM, FitzGerald M, Gibson P, Ohta K, O'Byrne P, Pedersen SE, Pizzichini E, Sullivan SD, Wenzel SE, Zar HJ. Global strategy for asthma management and prevention : GINA executive summary. *European Respiratory Journal* 2008;31:143-78.
- Masoli M, Fabian D, Holt S, Beasley R. The global burden of asthma: executive summary of the GINA Dissemination Committee Report. *Allergy* 2004;59:469-478.
- Jacquemin B, Sunyer J, Forsberge B, Aguilera L Bouso, Briggs D, de Marco R, Heinrich J, Jarvis D, Maldonado JA, Payoee F, Rage E, Vienneau D. Association between modelled traffic-related air pollution and asthma score in the ECRHS, *European Respiratory Journal* 2009;34:834-42.
- Yanosky JD, Paciorek CJ, Schwartz J, Laden F, Puett R, Suh HH. Spatio-temporal modeling of chronic PM10 exposure for the nurses' health study. *Atmospheric Environment* 2008;42(18):4047-62.
- Gauderman WJ, Avol E, Gilliland F, Vora H, Thomas D, Berhane K,

- McConnell R, Kuenzli N, Lurmann F, Rappaport E, Margolis H, Bates D, Peters J. The effect of air pollution on lung development from 10 to 18 years of age. *the New England Journal of Medicine* 2004; 351(11):1057-67.
- Ito K, Xue N, Thurston G. Spatial variation of PM<sub>2.5</sub> chemical species and source-apportioned mass concentrations in New York City. *Atmospheric Environment* 2004; 38(31):5269-82.
- Gasana J, Dillikara D, Mendya A, Furnoa E, Vieirac ER. Motor vehicle air pollution and asthma in children: A meta-analysis. *Environmental Research* 2012;117:36-45.
- Bedada GB, Smith CJ, Tyrrell PJ, Hirst AA, Agius R. Short-term effects of ambient particulates and gaseous pollutants on the incidence of transient ischaemic attack and minor stroke: a case-crossover study. *Environmental Health* 2012;15(11):77.
- Martinelli N, Olivieri O, Girelli D. Air particulate matter and cardiovascular disease: a narrative review. *European Journal of Internal Medicine* 2013;24(4):295-302.
- Moorman JE, Akinbami LJ, Bailey CM, Zahran HS, King ME, Johnson CA, Liu X. National surveillance of asthma: United States 2001-2010. *Vital Health Stat* 2012;35:1-67.
- Nordenhall C, Pourazar J, Blomberg A, Levin JO, Sandstrom T, Adelroth E. Airway inflammation following exposure to diesel exhaust. *European Respiratory Journal* 2000;15(6):1046-51.
- Diaz-Sanchez D, Proietti L, Polosa R: Diesel fume and the rising prevalence of atopy: an urban legend?. *Current allergy and asthma reports* 2003;3(2):146-52.
- Kelly FJ. Oxidative stress: its role in air pollution and adverse health

- effects. *Occupational and environmental medicine* 2003;60:612-616.
- Kelly FJ, Fussell JC. Air Pollution and airway disease. *Clinical & Experimental Allergy* 2011;41(8):1,059-71.
- Wayne P, Foster S, Connolly J, Bazzaz F, Epstein P. Production of allergenic pollen by ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) is increased in CO<sub>2</sub>-enriched atmospheres. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology* 2002; 88(3):279-82.
- Fisk WJ, Lei-Gomez Q, Mendell MJ. Meta-analyses of the associations of respiratory health effects with dampness and mold in homes. *Indoor Air* 2007;17(4):284-96.
- Cecchi L, D'Amato G, Ayres JG, Galan C, Forastiere F, Forsberg B, Gerritsen J, Nunes C, Behrendt H, Akdis C, Dahl R, Annesi-Maesano I. Projections of the effects of climate change on allergic asthma: the contribution of aerobiology. *Allergy*. 2010;65(9):1073-81.
- Romieu I, Barraza-Villarreal A, Escamilla-Nunez C, Texcalac-Sangrador JL, Hernandez-Cadena L, Díaz-Sánchez D, Batlle JD, Rio-Navarro BED. Dietary intake, lung function and airway inflammation in Mexico City school children exposed to air pollutants. *Respiratory Research*. 2009;10:122.
- To T, Stanojevic S, Moores G, et al. Global asthma prevalence in adults: findings from the cross-sectional world health survey. *BMC Public Health*. 2012;12:204.
- Romieu I, Trenga C. Diet and Obstructive Lung Diseases. *Epidemiologic*. 2001;23(2).
- Hijazi N, Abalkhail B, Seaton A. Diet and childhood asthma in a society in transition: a study in urban and rural Saudi Arabia. *Thorax* 2000;55:775-79

- Huey-Jen S, Chih-Hui C, Hsiu-Ling C. Effects of vitamin C and E intake on Peak Expiratory Flow Rate of asthmatic children exposed to atmospheric particulate matter. *Archives of Environmental & Occupational Health* 2013;68(2):80-6
- Kim DS, Cha JH, Yu SD, Park GR. Research on Pulmonary Functions and It's Influence Factors in Korean and Chinese Schoolchildren. *Korean Society of Environmental Health* 2003;29(5):52-60.
- Arnedo-Pena A, Garcia-Marcos L, Carvajal Uruena I, Busquets Monge R, Morales Suarez-Varela M, Miner Canflanca I, Batlles Garrido J, Blanco Quiros A, Lopez-Silvarrey Varela A, Garcia Hernandez G, Aguinaga Ontoso I, González Díazl C. Air pollution and recent symptoms of asthma, allergic rhinitis, and atopic eczema in schoolchildren aged between 6 and 7 years. *Archivos de Bronconeumología* 2004;45(5):224-29.
- Kim JJ, Smorodinsky S, Lipsett M, Singer BC, Hodgson AT, Ostro B. Traffic-related air pollution near busy roads: the east bay children's respiratory health study. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 2004;170(5):520-26.
- Nicolai T, Carr D, Weiland SK, Duhme H, von Ehrenstein O, Wagner C, von Mutius E. Urban traffic and pollutant exposure related to respiratory outcomes and atopy in a large sample of children. *European Respiratory Journal* 2003;21(6):956-63
- Penard-Morand C, Raheison C, Charpin D, Kopferschmitt C, Lavaud F, Caillaud D, Annesi-Maesano I. Long-term exposure to close-proximity air pollution and asthma and allergies in urban children. *European Respiratory Journal* 2010;36(1):33-40.
- Shima M, Nitta Y, Ando M, Adachi M, Effects of air pollution on the

- prevalence and incidence of asthma in children. *Arch. Environ. Health* 2002;57(6):529-35.
- Gauderman WJ, Avol E, Lurmann F, Kuenzli N, Gilliland F, Peters J, McConnell R. Childhood asthma and exposure to traffic and nitrogen dioxide. *Epidemiology* 2005;16(6):737-43.
- Morgenstern V, Zutavern A, Cyrys J, Brockow I, Gehring U, Koletzko S, Bauer CP, Reinhardt D, Wichmann HE, Heinrich J. Respiratory health and individual estimated exposure to traffic-related air pollutants in a cohort of young children. *Occupational & Environmental Medicine* 2007; 64(1): 8-16.
- Clark NA, Demers PA, Karr CJ, Koehoorn M, Lencar C, Tamburic L, Brauer M, Effect of early life exposure to air pollution on development of childhood asthma. *Environ Health Perspect* 2010; 118(2): 284-90.
- Gehring U, Wijga AH, Brauer M, Fischer P, de Jongste JC, Kerkhof M, Oldenwening M, Smit HA, Brunekreef B, Traffic-related air pollution and the development of asthma and allergies during the first 8 years of life. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 2010;181(6):596-603.
- Guarnieri M, Balmes JR. Outdoor air pollution and asthma. *the Lancet* 2014;383(9928):1581-92.
- Anderson HR, Favarato G, Atkinson RW. Long-term exposure to air pollution and the incidence of asthma: meta-analysis of cohort studies. *Air Qual Atmos Health* 2013;6:47-56.
- Moual NL, Jacquemin B, Varraso R, Dumas O, Kauffmann F, Nadif R. Environment and asthma in adults. *Presse Med* 2013;42:317-33.
- Kim H, Bernstein JA. Air pollution and allergic disease. *Current Allergy*

and Asthma Reports 2009;9(2):128-33.

D'Amato G, Cecchi L. Effect of climate change on environmental factors in respiratory allergic disease. *Clinical and Experimental Allergy* 2008; 38:1264-74.

Yang Y, Cao Y, Li W, Li R, Wang M, Wu Z, Xu Q. Multi-site time series analysis of acute effects of multiple air pollutants on respiratory mortality: A population-based study in Beijing, China. *Science of The Total Environment* 2015;508:178-87.



= ABSTRACT =

## Comparison Study of Air Pollutants and Asthma Symptom in Seoul

- Base on Community Health Survey 2012-2013 -



Sang-Gyu Lee  
Graduat school of  
Public Health  
Yonsei University

(Directed by Professor Shin, Dong Chun, M.D, Ph. D.)

Seoul City has high population density as well as high traffic congestion, which are vulnerable to exposure of environmental pollutions caused by car traffic. In particular, the number of registered cars in Seoul has increase rapidly every year, which will drive research on traffic, air quality, and respiratory health of residents. However, recent studies are only on local regions about road traffic and air pollution or health effect of road traffic on residents. Thus, comprehensive study data are needed in terms of overall Seoul

regions.

This study developed the temporal data about fine dust amounts by administrative district and air pollution of sulfur dioxide and nitrogen dioxide concentration through the national air pollution monitoring network data, 2012 to 2013(Hourly Concentration of PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>). It also divided regions into high and low exposure districts via the Origin Destination data (2012 to 2013) developed by the Korea Transport Institute to quantify and evaluate the effect of transport policies and analyzed a correlation of asthma symptoms with high and low exposure districts through raw data of Community Health Survey (2012 to 2013) from the Korea Centers for Disease Control and Prevention. Based on the collected data, the Pearson's correlation analysis was conducted between air pollution substance concentration and high exposure district and multiple logistic regression analysis was conducted to determine the effect of traffic environment and factors on asthma symptoms of residents. Accordingly, the following results were derived.

First, the high exposure district was significantly higher concentrations of nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>) and sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>) as per season and time compared to those of the low exposure district ( $p < 0.01$ ).

Second, an observation of correlations between road traffic and air pollution substance concentration in administrative districts indicated no correlation between them during commuters drive to work in the AM peak period (07:00–09:00) statistically but there was a significant correlation between road traffic and nitrogen dioxide concentration statistically during commuters drive to home in PM peak period

(18:00–20:00). In addition, analysis on correlation between average daily environmental concentration in the air pollution monitoring network and road traffic showed that nitrogen dioxide had a significant positive correlation ( $P < 0.01$ ) with car traffic and total traffic as well as with truck traffic ( $p < 0.05$ ) statistically. On the other hand, sulfur dioxide had a significant positive correlation with truck traffic statistically ( $p < 0.01$ ).

Third, an adjusted odds ratio about exercise-induced asthma in the high and low exposure districts was analyzed through the logistic regression analysis and the analysis result showed that the adjusted odds ratios of all models such as logistic model prior to adjustment, Model 1 that adjusted gender and age, and Model 2 that adjusted gender, age, health behavior characteristics, and demographic characteristics exceeded 1 but they were not significant statistically. On the other hand, analysis results on adjusted odds ratio about asthma symptom in lately 1 year showed that the high exposure district had 1.316 (95% CI : 1.042 – 1.662) of the adjusted odds ratio compared to that of the low exposure district, which was also significant statistically ( $p < 0.05$ ). With regard to asthma doctor's diagnosis, an adjusted odds ratio of asthma doctor's diagnosis in the high exposure district (Model 2) was 1.624 (95% CI : 1.269 – 2.077) compared to that of the low exposure district, which was significant statistically ( $p < 0.001$ ). Furthermore, if total traffic is increased by 10,000 cars daily, an adjusted odds ratio of asthma doctor's diagnosis was also significantly increased by 3.7% statistically ( $p < 0.05$ ) and when nitrogen dioxide is increased by 1ppb, an adjusted odds ratio of asthma doctor's diagnosis was also significantly increased by 3.8% statistically

( $p < 0.05$ ).

Considering the above study results in total, adjusted odds ratios in high traffic exposure districts exceeded 1 and total traffic and nitrogen dioxide concentration were potential factors to increase asthma doctor's diagnosis accordingly. If statistically sound data are obtained through the continuous studies on this issue in the future, they can be utilized as foundational data to establish objective traffic and environmental policies in Seoul City.

---

Key words : Air Monitoring Network, traffic-related environmental pollutions, traffic-related asthma

